



TUGAS AKHIR - RF184838

**APLIKASI METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D DAN
ANALISIS XRF UNTUK IDENTIFIKASI *PALEOCHANNEL*
DI DESA TERUNG WETAN, KRIAN, SIDOARJO**

PUTRI ANJARY WIDYA SANTIE
0341154000027

DOSEN PEMBIMBING:
DR. IR. AMIEN WIDODO, M.SI
DR. DWA DESA WARNANA

Departemen Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - RF184838

**APLIKASI METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D DAN
ANALISIS XRF UNTUK IDENTIFIKASI *PALEOCHANNEL*
DI DESA TERUNG WETAN, KRIAN, SIDOARJO**

**PUTRI ANJARY WIDYA SANTIE
0341154000027**

**DOSEN PEMBIMBING:
DR. IR. AMIEN WIDODO, M.SI
DR. DWA DESA WARNANA**

Departemen Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

Halaman ini Sengaja Dikosongkan



FINAL PROJECT - RF184838

**APPLICATION OF GEOELECTRICAL 2D RESISTIVITY
METHOD AND XRF ANALYSIS FOR PALEOCHANNEL
IDENTIFICATION AT TERUNG WETAN, KRIAN,
SIDOARJO**

PUTRI ANJARY WIDYA SANTIE
0341154000027

ADVISORS:
DR. IR. AMIEN WIDODO, M.SI
DR. DWA DESA WARNANA

Departement of Geophysical Engineering
Faculty of Civil Environmental and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, 2019

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan tugas akhir saya dengan judul” APLIKASI METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D DAN ANALISIS XRF UNTUK IDENTIFIKASI *PALEOCHANNEL* DI DESA TERUNG WETAN, KRIAN, SIDOARJO” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 19 Juli 2019

Putri Anjary Widya S
034115400027


Halaman ini Sengaja Dikosongkan

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :
NAMA : PUTRI ANJARY WIDYA SANTIE
NRP : 03411540000027
Departemen : Teknik Geofisika
Judul Tugas Akhir : Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas
2D Dan Analisis XRF Untuk Identifikasi
Paleochannel Di Desa Terung Wetan,
Krian, Sidoarjo

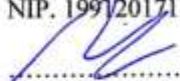
Telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 19 Juli 2019
(Pembimbing 1)

1. 
.....
Dr. Ir. Amien Widodo, M.Si
NIP. 19591010 198803 1 001

2. 
.....
Dr. Dwa Desa Warnana
NIP. 19760123 200003 1001


3. 
.....
Mariyanto, S.Si., M.T.
NIP. 1991201711044

4. 
.....
Anik Hilyah, S.Si. MT
NIP. 19790813 200812 2002

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Geofisika Teknik dan Lingkungan
Departemen Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya




Dr. Ir. Amien Widodo, M.Si
NIP. 19591010 198803 1 001

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

APLIKASI METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D DAN ANALISIS XRF UNTUK IDENTIFIKASI PALEOCHANNEL DI DESA TERUNG WETAN, KRIAN, SIDOARJO

Nama Mahasiswa : Putri Anjary Widya Santie
NRP : 0341154000027
Departemen : Teknik Geofisika FTSLK-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Amien Widodo, M.Si
Dr. Dwa Desa Warnana

ABSTRAK

Berdasarkan informasi pada prasasti Canggal 1280 S, diketahui bahwa daerah Terung merupakan salah satu pelabuhan di tepi sungai Brantas pada masa Majapahit. Ditemukannya situs yang diduga berfungsi sebagai dermaga memunculkan dugaan keberadaan sungai besar di daerah tersebut pada masa lampau. Untuk mengidentifikasi keberadaan sungai tersebut, digunakan metode geolistrik resistivitas 2D konfigurasi *Wenner* serta analisis XRF untuk mengidentifikasi keberadaan *paleochannel* berdasarkan pola sedimen di daerah penelitian dan karakteristik sedimen penutupnya. Digunakan 8 lintasan geolistrik dengan konfigurasi *Wenner* dan 4 sampel sedimen pada kedalaman 0.6m, 1.2m dan 1.8 m untuk dilakukan analisis XRF. Hasil pengolahan data resistivitas 2D diperoleh 3 rentang nilai resistivitas, 1 Ω .m -10 Ω .m diinterpretasikan sebagai lapisan lempung, 11.5 Ω .m -30 Ω .m diinterpretasikan sebagai lapisan lempung pasir dan 35 Ω .m – 70 Ω .m diinterpretasikan sebagai lapisan pasir dengan campuran kerikil. Hasil analisis XRF menunjukkan sampel sedimen memiliki kandungan unsur dalam bentuk oksida berupa Al₂O₃ (12%-14%), SiO₂ (43.2%-47.6%), K₂O (0.79%-0.88%), CaO (7.55%-15.2%), TiO₂ (1.6%-1.9%), V₂O₅ (0.068%-0.091%), MnO (0.39%-0.504%), Fe₂O₃ (23.8%-28.6%), CuO (0.11%-0.14%), ZnO (0.03%-0.039%), SrO (0.21%-0.479%), ZrO₂(0.02%-0.073%), BaO (0.1%-0.2%), dan Re₂O₇ (0.04%-0.07%). Dugaan keberadaan *paleochannel* terdapat pada kedalaman 4-10m pada daerah penelitian yang ditunjukkan dengan zona resistivitas tinggi (35 Ω .m – 70 Ω .m) yang diinterpretasikan sebagai lapisan pasir dengan campuran kerikil. Sumber sedimen penutup *paleochannel* diduga berasal dari batuan beku *mafic* jenis basalt.

Kata Kunci: Analisis XRF, Geolistrik Tahanan Jenis 2D, *Paleochannel*, Terung Wetan.

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

APPLICATION OF GEOELECTRICAL 2D RESISTIVITY METHOD AND XRF ANALYSIS FOR PALEOCHANNEL IDENTIFICATION AT TERUNG WETAN, KRIAN, SIDOARJO

Name : Putri Anjary Widya Santie
NRP : 0341154000027
Departement : Teknik Geofisika FTSLK-ITS
Advisors : Dr. Ir. Amien Widodo, M.Si
Dr. Dwa Desa Warnana

ABSTRACT

Based on information on the Canggal 1280 S inscription, it is known that Terung is one of the ports on the banks of the Brantas river during the Majapahit period. The discovery of a site that allegedly functioned as a pier give allegations of the existence of a large river in the area in the past. To identify the existence of the river, *Wenner's* 2D configuration of geoelectric resistivity method and XRF analysis were used to identify the presence of paleochannel based on sedimentary patterns in the study area and the characteristics of the sediment cover. 8 geoelectric lines with *Wenner* configuration and 4 sediment samples were used at 0.6m, 1.2m and 1.8m depths for XRF analysis. The results of 2D Resistivity data model obtained 3 ranges of resistivity values, 1 Ω .m -10 Ω .m interpreted as a clay layer, 11.5 Ω .m -30 Ω .m interpreted as a sandy clay layer and 35 Ω .m - 70 Ω . m is interpreted as sand with gravel mixture layer. The XRF analysis results showed that sediment samples contained oxide elements consist of Al₂O₃ (12% -14%), SiO₂ (43.2% -47.6%), K₂O (0.79% -0.88%), CaO (7.55% -15.2%), TiO₂ (1.6% -1.9%), V₂O₅ (0.068% -0.091%), MnO (0.39% -0.504%), Fe₂O₃ (23.8% -28.6%), CuO (0.11% -0.14%), ZnO (0.03% -0.039) %, SrO (0.21% -0.479%), ZrO₂ (0.02% -0.073%), BaO (0.1% -0.2%), and Re₂O₇ (0.04% -0.07%). The presumption of the existence of a paleochannel is at a depth of 4m-10m in the study area as indicated by a high resistance zone (35 Ω .m - 70 Ω .m) which is interpreted as sand with a gravel mixture layer. The source of the paleochannel cover sediment is originate from basalt mafic igneous rocks.

Keywords: Analysis of XRF, 2D Geoelectric Resistivity, Paleochannel, Terung Wetan.

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan Judul APLIKASI METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D DAN ANALISIS XRF UNTUK IDENTIFIKASI *PALEOCHANNEL* DI DESA TERUNG WETAN, KRIAN, SIDOARJO

Dengan selesainya penulisan laporan tugas akhir ini, maka penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Mama, Bapak, Adek Fachry, dan keluarga atas limpahan doa dan segala bentuk dukungan bagi penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Amien Widodo, M.Si dan Bapak Dr. Dwa Desa Warnana selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
3. Bapak Mariyanto, S.Si., M.T. dan Ibu Anik Hilyah, S.Si., M.T selaku dosen Penguji, yang telah memberikan masukan untuk tugas akhir ini
4. Bapak Firman Syaifuddin, S.Si., MT yang telah memberikan saran dan bimbingan.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen dan Tendik yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya.
6. Teman-teman mahasiswa Teknik Geofisika ITS khususnya angkatan 2015 (TG4) yang luar biasa bantuannya untuk penulis.
7. Seluruh pihak yang telah membantu sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan

Surabaya, 19 Juli 2019

PUTRI ANJARY WIDYA S

0341154000027

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	2
1.6 Target Luaran.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Dasar Teori	3
2.1.1 Geologi Regional	3
2.1.1.1 Fisiografi Regional	3
2.1.1.2 Stratigrafi Regional.....	3
2.1.2 Sedimen dan Sedimentasi	4
2.1.3 Sungai.....	5
2.1.3.1 Morfologi dan Litologi Sungai	5
2.1.3.2 <i>Paleochannel</i>	5
2.1.3.3 Sungai Brantas.....	6
2.1.4 Metode Geolistrik Resistivitas 2D	7
2.1.4.1 Potensial Listrik di Media Homogen Isotropis	9
2.1.4.2 Potensial Listrik di Sekitar Titik Arus di Permukaan Bumi	10

2.1.4.3 Dua Elektroda Arus di Permukaan	11
2.1.4.4 Konfigurasi <i>Wenner</i>	12
2.1.4.5 Nilai Resistivitas	13
2.1.5 Analisis XRF	14
2.1.6 Komposisi Kimia Batuan dan Sedimen	16
2.2 Penelitian Terdahulu	17
2.2.1 Metode Geolistrik dalam Identifikasi <i>Paleochannel</i>	17
2.2.2 Analisis XRF pada Sedimen	19
2.2.3 Penelitian di Desa Terung Wetan	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Lokasi dan Desain Penelitian	25
3.2 Peralatan dan Data	25
3.3 Diagram Alir	27
3.3.1 Studi Literatur	28
3.3.2 Pengumpulan Data	28
3.3.3 Pengolahan Data Geolistrik 2D	28
3.3.4 Interpretasi Model Resistivitas	28
3.3.5 Analisis Kandungan Unsur dengan XRF	28
3.3.6 Identifikasi <i>Paleochannel</i>	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Pengolahan Geolistrik Resistivitas 2D	29
4.1.1 Lintasan 1	29
4.1.2 Lintasan 2	30
4.1.3 Lintasan 3	30
4.1.4 Lintasan 4	31
4.1.5 Lintasan 5	31
4.1.6 Lintasan 6	31
4.1.7 Lintasan 7	32
4.1.8 Lintasan 8	32

4.2 Hasil Analisis XRF Sampel Sedimen	32
4.3 Pembahasan	36
4.3.1 Analisis Model 2D	36
4.3.2 Analisis Hasil XRF	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	47
BIOGRAFI PENULIS.....	57

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Geologi Lembar Surabaya-Sapulu (Supandjono,1992).	3
Gambar 2. 2 Karakteristik Litologi <i>Paleochannel</i> (Bauman dkk., 2011).....	6
Gambar 2. 3 Peta Sub DAS SWP Brantas(Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.)	7
Gambar 2. 4 Silinder Konduktor (Haryanto, 2011)	8
Gambar 2. 5 Pengaturan Elektroda Untuk Survei Geolistrik Resistivitas 2D (Loke, 1999)	9
Gambar 2. 6 Sumber Arus Terpendam pada Lapisan Homogen (Telford dkk., 1990)	10
Gambar 2. 7 Titik arus di permukaan bumi pada medium yang homogen (Telford dkk., 1990)	11
Gambar 2. 8 Dua elektroda arus dan potensial pada permukaan tanah yang homogen (Telford dkk., 1990).....	12
Gambar 2. 9 Susunan Elektroda Konfigurasi <i>Wenner</i> (Loke, 1999).....	13
Gambar 2. 10 Mekanisme Penembakan Sinar X pada Atom (Brouwer, 2003)	14
Gambar 2. 11 Hasil Penelitian <i>Paleochannel</i> di Rumpet Aceh (Ade, 2016)...17	
Gambar 2. 12 Hasil Penelitian Sungai Purba dengan Metode ERT di Banda Aceh (Zainal dkk., 2017)	18
Gambar 2. 13 Hasil Penelitian <i>Paleochannel</i> di Timurlaut Thailand (Nimnate dkk., 2017).....	18
Gambar 2. 14 Base Map dan Penampang Resistivitas Hasil Penelitian Sebelumnya di Terung Wetan (Vinca, 2018).....	20
Gambar 2. 15 Peta Indikasi Struktur Bawah Permukaan Situs Kadipaten Terung (Vinca, 2018).....	21
Gambar 2. 16 Pola Persebaran Nilai Resistivitas Pembentuk <i>Paleochannel</i> (a) kedalaman 4,5 m (bagian atas) (b) kedalaman 10m (bagian bawah) (Na'imatul,2019).....	22
Gambar 3. 1 Desain Akuisisi Data.....	25
Gambar 3. 2 Sampel Sedimen untuk Analisis XRF (a). BH-13.9 (b). BH-15.3 (c). BH-15.9 (d). BH-15.6).....	26
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 4. 1 Penampang Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 1	29
Gambar 4. 2 Penampang Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 2	30
Gambar 4. 3 Penampang Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 3	30
Gambar 4. 4 Penampang Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 4	31
Gambar 4. 5 Penampang Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 5	31
Gambar 4. 6 Penampang Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 6	31

Gambar 4. 7 Penampang Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 7.....	32
Gambar 4. 8 Penampang Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 8.....	32
Gambar 4. 9 Hasil Spektrum Analisis XRF Kandungan Unsur (a). BH-15.6 (b). BH-15.9 (c). BH-15.3 (d). BH-13.9	34
Gambar 4. 10 Hasil Spektrum Analisis XRF Kandungan Oksida (a). BH-15.6 (b). BH-15.9 (c). BH-15.3 (d). BH-13.9	35
Gambar 4. 11 Korelasi Lintasan 1,2 dan 3.....	37
Gambar 4. 12 Korelasi Lintasan 4,5,6,7 dan 8.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Resistivitas Berbagai Material (Reynolds, 1997).....	13
Tabel 2. 2 Hasil Analisis XRF Batuan Beku dan Sedimen (Clarke dan Washington, 1924)	15
Tabel 2. 3 Klasifikasi Batuan Beku Berdasarkan Kandungan SiO ₂ (Middlemost, 1972).....	16
Tabel 2. 4 Klasifikasi Batuan Beku Berdasarkan Kandungan SiO ₂ (Nelson, 2011)	16
Tabel 2. 5 Hasil Analisis XRF Pasir Sungai Brantas(Zaki dkk., 2017).....	19
Tabel 2. 6 Hasil Interpretasi Penelitian Sebelumnya di Terung Wetan (Vinca, 2018)	20
Tabel 4. 1 Kandungan Unsur Sampel Hasil Analisis XRF	35
Tabel 4. 1 Kandungan Unsur Sampel Hasil Analisis XRF (Lanjutan).....	36
Tabel 4. 2 Kandungan Oksida Unsur Sampel Hasil Analisis XRF.	36

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Desa Terung Wetan terletak di Kecamatan Krian, Kabupaten Sidoarjo. Berdasarkan informasi pada prasasti Canggal 1280 S, diketahui bahwa daerah Terung merupakan salah satu pelabuhan di tepi sungai Brantas pada masa Majapahit. Kondisi geografis daerah Terung pada tahun sekitar 1478-1526 mirip dan tidak jauh berbeda dengan kondisi saat sekarang yakni berada di tepi sungai Brantas. Di daerah penelitian juga ditemukan struktur bangunan berbentuk huruf J yang diberi nama Candi Terung, kemungkinan situs tersebut dahulunya merupakan suatu pelabuhan apabila dilihat dari keadaan geografis daerah Terung yang terletak di pinggir sungai Brantas. Selain itu ditemukan juga Makam Raden Ayu Sundari Kenconowati (Raden Ayu Putri Ontjat Tondho Wurung), berdasarkan cerita yang tumbuh di masyarakat Raden Ayu Sundari Kenconowati dikebumikan tepat di bengewan Terung (Fitrotin, 2014).

Namun kondisi saat ini, letak situs candi Terung dan Makam Raden Ayu Sundari Kenconowati berada cukup jauh dari Kali Mas yang mengalir di desa Terung Wetan. Berdasarkan hal tersebut, terdapat dugaan bahwa diantara situs Terung dan posisi sungai saat ini terdapat *paleochannel*. *Paleochannel* adalah sisa dari sungai atau saluran sungai yang tidak aktif yang telah diisi atau terkubur oleh sedimen yang lebih muda (Primananda dkk., 2014). Sebagian atau seluruh bagian *paleochannel* dapat terkubur karena perubahan lingkungan seperti pelapukan serta perubahan pola penggunaan lahan. Sedimen *paleochannel* sering kali terdiri dari kerikil dan endapan pasir dengan tanah liat dan lumpur (Sylvia dan Galloway, 2006).

Salah satu metode yang sering digunakan dalam pendugaan bawah permukaan bumi khususnya untuk berbagai masalah yang terkait dengan hidrologi, lingkungan dan keteknikan adalah metode geolistrik resistivitas (Aizebeokhai, 2011). Metode ini dilakukan melalui pengukuran beda potensial yang ditimbulkan akibat injeksi arus listrik ke dalam bumi (Taufiqurrohman dkk., 2017). Berdasarkan pada harga resistivitas listriknya, suatu struktur bawah permukaan bumi dapat diketahui material penyusunnya (Ravindran dan Selvam, 2014). Berdasarkan hasil interpretasi metode geolistrik dapat diketahui kondisi bawah permukaan daerah penelitian dan dengan mengidentifikasi pola sedimennya dapat diketahui keberadaan *paleochannel* di daerah tersebut. Dengan menggunakan metode XRF kandungan unsur yang terdapat pada sampel sedimen pada daerah penelitian dapat diketahui karakteristiknya pada kedalaman yang berbeda sehingga dapat dianalisis sumber sedimennya.

Dengan mengkorelasikan antara hasil interpretasi metode geolistrik resistivitas 2D dan analisis XRF, dapat dilakukan analisis terhadap sedimen

didaerah penelitian sehingga dapat diketahui dugaan keberadaan *paleochannel* serta karakteristik sedimen penutupnya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana identifikasi keberadaan *paleochannel* di Desa Terung Wetan berdasarkan penampang geolistrik resistivitas 2D?
2. Bagaimana identifikasi sedimen penutup *paleochannel* di Desa Terung Wetan berdasarkan analisis XRF?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Konfigurasi pengukuran geolistrik resistivitas 2D yang digunakan adalah *Wenner*
2. Data 8 lintasan geolistrik merupakan data sekunder.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi keberadaan *paleochannel* di Desa Terung Wetan berdasarkan penampang geolistrik resistivitas 2D.
2. Mengidentifikasi sedimen penutup *paleochannel* di Desa Terung Wetan berdasarkan analisis XRF.

1.5 Manfaat

Manfaat yang didapatkan dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membantu mengembangkan penelitian mengenai keberadaan sungai purb *paleochannel* situs Terung.
2. Sebagai sumber referensi bagi peneliti lain yang ingin melakukan dan mengembangkan penelitian ini lebih lanjut.
3. Dengan mengetahui keberadaan *paleochannel* dapat dikembangkan penelitian lebih lanjut tentang keberadaan endapan mineral ekonomis mengingat *paleochannel* merupakan salah satu lingkungan deposit mineral dan potensial sebagai akuifer airtanah.

1.6 Target Luaran

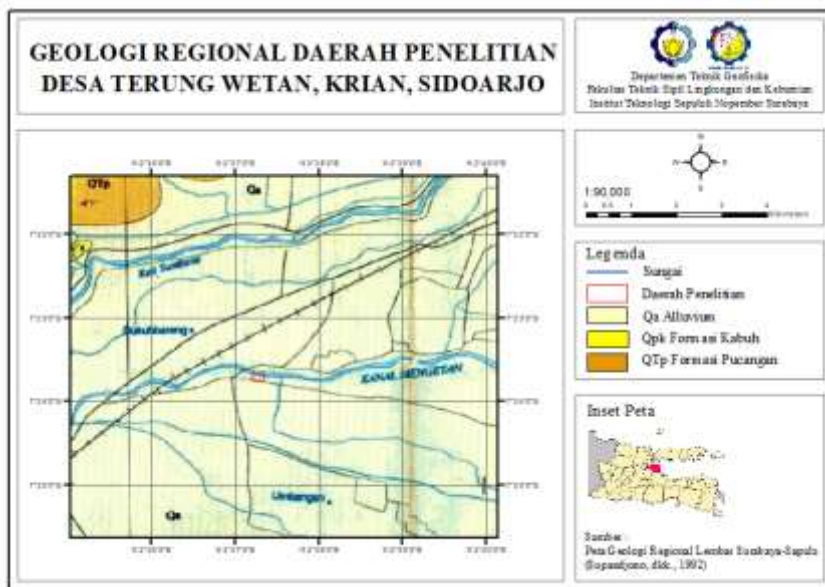
Target luaran yang diharapkan berupa publikasi paper pada jurnal geosaintek.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Geologi Regional

Geologi regional di daerah penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut:



Gambar 2. 1 Geologi Regional Daerah Penelitian Desa Terung Wetan, Krian, Sidoarjo (dimodifikasi dari Supandjono,1992).

Pada Gambar 2.1 menunjukkan daerah penelitian berada pada dataran alluvium dengan batuan penyusun meliputi kerakal, kerikil, pasir, lempung dan setempat pecahan cangkang fosil (Supandjono,1992).

2.1.1.1 Fisiografi Regional

Daerah Sidoarjo secara fisiografi termasuk dalam Zona Kendeng yang diapit oleh Zona Rembang di bagian utara dan zona Solo di bagian selatan (Bemmelen, 1949). Zona Kendeng terletak di utara deretan gunung api yang terdiri dari endapan Kenozoikum muda, umumnya terlipat kuat disertai sesar-sesar sungkup dengan kemiringan ke Selatan. Zona Kendeng memiliki panjang mencapai 250 km dan lebar 40 km.

2.1.1.2 Stratigrafi Regional

Penyebaran batuan di daerah Sidoarjo merupakan dataran aluvium. Sedangkan batuan vulkanik dan batuan sedimen tersingkap masing-masing di

bagian selatan dan utara. Dari penyebaran batuan tersebut menunjukkan batuan-batuan yang tersingkap dari tua ke muda adalah sebagai berikut: Formasi Pucangan, Formasi Kabuh, Formasi Jombang, endapan vulkanik gunung Arjono Purba, endapan vulkanik muda gunung Penanggungan, dan endapan Aluvial. Formasi Pucangan yang merupakan formasi tertua tersingkap di bagian utara, membentuk antiklin Pulungan. Formasi ini terdiri atas dua fasies, yaitu fasies lempung dan fasies vulkanik. Formasi Pucangan fasies lempung dikenal pula sebagai Formasi Lidah terdiri atas batu lempung berwarna abu-abu kehitaman dengan sisipan lempung pasir. Formasi ini berumur Pliosen. Formasi Pucangan fasies vulkanik atau formasi Pucangan di bagian bawah terdiri dari batu pasir tufaan, berlapis baik, bersisipan konglomerat dan batu lempung, kaya akan fosil moluska. Di bagian atas terdiri atas batu pasir berlapis baik. Formasi kabuh tersusun atas batu pasir tufaan, batu lempung tufaan dan konglomerat. Batu pasir tufaan berwarna kelabu muda, berbutir kasar-sedang, setempat kerikilan. Batu lempung kelabu coklat, berfosil foram dan cangkang moluska. Batuan vulkanik gunung Arjono Purba tersusun atas breksi, tufaan. Breksi coklat mempunyai fragmen andesit hingga basal dan tufa coklat kekuningan berbutir pasir kasar-halus. Batuan vulkanik muda gunung Penanggungan tersingkap di kaki gunung Penanggungan tersusun atas breksi vulkanik, lava, tufa. Endapan aluvial tersebar di bagian utara, membentuk endapan delta yang dikenal sebagai Delta Brantas. Endapan Delta Brantas tersusun oleh lempung pasir, pasir abu-abu, dan kerikil (Sudarsono dan Sujarwo, 2008).

2.1.2 Sedimen dan Sedimentasi

Sedimen adalah produk disintegrasi dan dekomposisi batuan, Disintegrasi mencakup seluruh proses dimana batuan yang rusak/pecah menjadi butiran-butiran kecil tanpa perubahan substansi kimiawi (Hambali dan Apriyanti, 2016). Ukuran partikel merupakan suatu cara yang mudah untuk dipakai mengklasifikasikan sedimen. Metode lain untuk mengklasifikasikan sedimen adalah berdasarkan asal sedimen yaitu Lithogeneous, Biogeneous, Hydrogeneous, dan sedimen Cosmogeneous (Lanuru dan Suwarni, 2011). Sedimen dapat dianggap sebagai arsip geologi karena dapat merekam dan menjaga ciri khas peristiwa geologis kuno yang memengaruhi wilayah sumber batuan (Limonta, 2014).

Sedimentasi merupakan peristiwa pengendapan material batuan yang tertransportasi oleh tenaga air atau angin. Pada saat pengikisan terjadi, air membawa batuan mengalir ke sungai, danau, dan akhirnya sampai di laut. Pada saat energi pengangkutannya berkurang atau habis, batuan akan terendapkan di daerah aliran air (Anwas, 1994). Proses sedimentasi menghasilkan beberapa material yaitu bahan terlarut, semua bahan organik dan an-organik yang terangkut sebagai larutan oleh air yang mengalir, bahan padat atau bed load, semua bahan kasar dari mineral dan batu yang terangkut di sepanjang dasar

sungai; dan total bahan yang terangkut sungai atau total stream load adalah semua bahan organik dan an-organik yang terangkut lewat sebuah stasiun pengukur dalam bentuk suspensi atau bed load.

2.1.3 Sungai

Berdasarkan PP No. 38 Tahun 2011 tentang sungai, sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan.

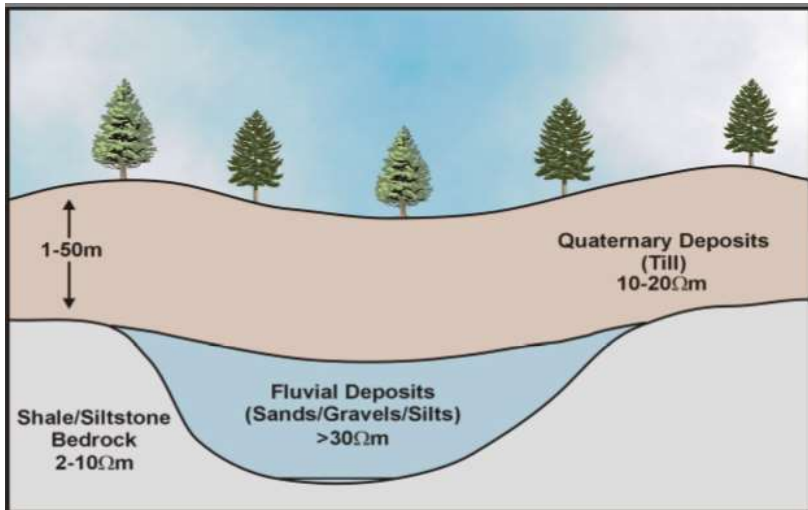
2.1.3.1 Morfologi dan Litologi Sungai

Terdapat Beberapa faktor alam mempengaruhi proses fisik morfologi sungai. Schumm (1997) membagi 3 zona interaksi lahan. Zona 1 merupakan zona pemasok sedimen, terletak pada daerah hulu. Memeiliki bentuk lembah V serta memiliki kemiringan yang curam. Karakteristik sedimennya berupa sedimen berbutir besar. Pada zona ini terjadi erosi pada bagian tebing dan dasar sungai. Zona 2 merupakan zona transportasi sedimen, letaknya dibagian hilir. Karakteristik sedimennya bervariasi dari kerikil hingga lempung. Pada zona ini mulai terbentuk dataran banjir. Zona 3 merupakan zona pengendapan, terletak di dekat muara. Pada zona ini sedimen dari zona 1 dan 2 terendapkan.

2.1.3.2 *Paleochannel*

Paleochannel adalah sisa dari sungai atau saluran sungai yang tidak aktif yang telah diisi atau terkubur oleh sedimen yang lebih muda. *Paleochannel* merupakan sungai tua atau aliran yang terbentuk karena deposisi sedimen selama puluhan bahkan ratusan tahun. Suatu *paleochannel* dapat menyimpan air dan dapat dimanfaatkan untuk melacak aliran air tanah (Ade, 2016). *Paleochannel* dapat terisi endapan dari sedimen yang tidak terkonsolidasi atau batuan sedimen semikonsolidasi yang tersimpan dalam sistem sungai dan aliran sungai kuno yang saat ini tidak aktif. Keberadaan *paleochannel* ada yang dapat diamati ada pula yang sekarang terkubur, hilang atau bergeser karena proses tektonik, geomorfologi, antropogenik, serta perubahan iklim (Kumar, 2011).

Gambar 2.2 berikut ini merupakan gambaran karakteristik dari sedimen pada *paleochannel*:



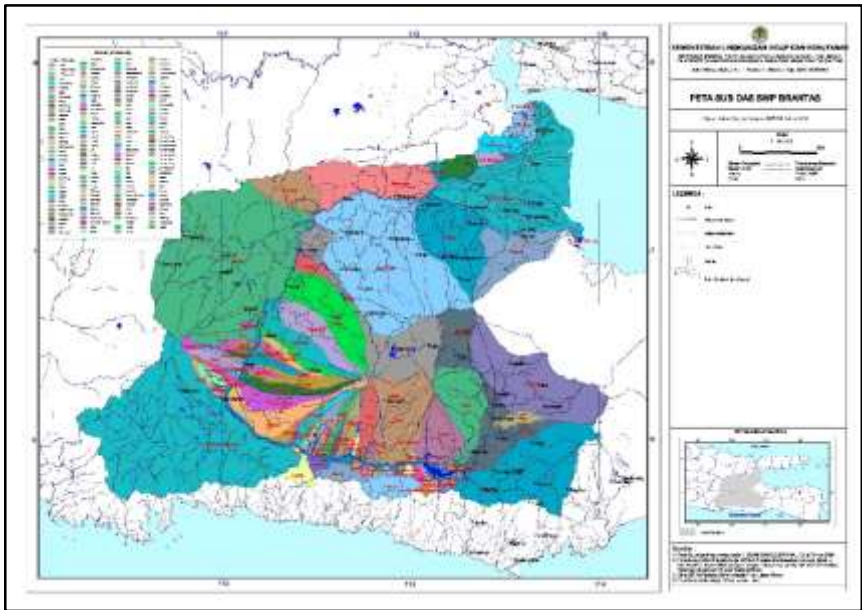
Gambar 2. 2 Karakteristik Litologi *Paleochannel*(Bauman dkk., 2011)

Pada gambar 2.2 litologi *paleochannel* dicirikan dengan kehadiran pasir, kerikil dan lanau, dibagian atas tertutupi oleh endapan kuartar(Bauman dkk., 2011). Sedimen *paleochannel*, sering kali terdiri dari kerikil dan endapan pasir dengan tanah liat dan lumpur (Hambly, 2015). Keberadaan *paleochannel* dapat dicirikan dengan kehadiran lapisan yang mengandung pasir, lempung, kerikil dan air tanah (de Louw dkk., 2010)

2.1.3.3 Sungai Brantas

Brantas merupakan sebuah sungai/kali terbesar di Jawa Timur dengan panjang ± 320 km yang mengalir secara melingkar dan di tengah-tengahnya terdapat gunung berapi yang masih aktif, yaitu Gunung Kelud. Kali Brantas yang bersumber dari lereng Gunung Arjuno, mula-mula mengalir ke arah timur melalui Kota Malang, lalu membelok ke arah selatan setelah itu pada wilayah Kepanjen, Kali Brantas membelok ke arah barat bertemu dengan Kali Lesti yang bersumber dari Gunung Semeru dan bertemu dengan Kali Ngrowo di Tulungagung, Kali Brantas berbelok ke utara melalui Kota Kediri dan pada wilayah Kertosono, Kali Brantas bertemu dengan Kali Widias, kemudian ke Timur mengalir ke Kota Mojokerto dan terbagi menjadi 2 (dua), ke arah Surabaya dan ke Porong yang selanjutnya bermuara di selat Madura.(Sektawan dkk., 2017)

Gambar 2.3 merupakan Peta Sub DAS SWP Brantas yang dikutip dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.



Gambar 2. 3 Peta Sub DAS SWP Brantas(Kemertrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.)

Sungai Brantas mengalir melalui gunung Kelud dan bersumber dari lereng gunung Arjuno, sedimen yang terangkut disungai dapat berasal dari batuan-batuan di kedua gunung tersebut. Secara geologi batuan gunung Kelud terdiri atas 3 batuan Kelud, yaitu Batuan Kelud 1,2 dan 3. Batuan Kelud 1 merupakan batuan yang berasal dari letusan kawah Lirang dan Gajahmungkur yang berumur lebih tua dari 100.000; Batuan Kelud 2 merupakan batuan yang berasal dari letusan kawah Tumpak, Sumbing 1 dan Sumbing 2 yang berumur antara 100.000 – 40.000; Batuan Kelud 3 adalah batuan yang berasal dari letusan kawah Dargo, Gupit, Badak 1 dan 2 swerta kawah Kelud yang berumur kurang dari 40.000. Batuan Kelud 1 berkomposisi dari basalt – andesit, Kelud 2 berkomposisi basaltik-andesit dan Kelud 3 berkomposisi dari basalt – basaltik andesit (PVMGB). Sedangkan batuan pada gunung Arjuno terbentuk dari lava yang berkomposisi dari basalt olivin dan andesit pyroksen (PVMGB)

2.1.4 Metode Geolistrik Resistivitas 2D

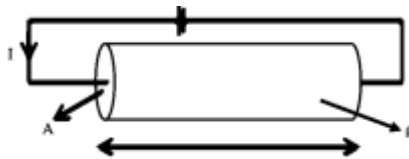
Metode geolistrik resistivitas menggunakan arus sebagai sumber yang dialirkan ke dalam tanah melalui elektroda-elektroda di sepanjang lintasan. Tujuannya untuk mengukur beda potensial di elektroda lain akibat dari adanya

aliran arus. karena arus yang dialirkan dapat diukur, maka resistivitas efektif dan resistivitas semu bawah permukaan dapat ditentukan (Telford dkk., 1990)
 Metode Resistivitas didasarkan pada hukum Ohm berikut:

$$V = IR \tag{1}$$

Arus yang mengalir (I) pada suatu medium sebanding dengan tegangan (V) yang terukur pada suatu nilai resistansi (R) medium.

Terjadinya aliran arus listrik pada batuan bergantung pada sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang dilewatinya. Resistivitas merupakan salah satu sifat atau karakteristik batuan yang dapat menghantarkan arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya (Rahmah, 2009). Resistivitas berbeda dengan resistansi (hambatan). Selain bergantung pada bahan, resistansi juga bergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut, sedangkan resistivitas tidak bergantung pada faktor geometri. Hubungan keduanya diberikan dalam persamaan berikut:



Gambar 2. 4 Silinder Konduktor (Haryanto, 2011)

Gambar 2.4 merupakan sebuah silinder yang mempunyai panjang L , luas penampang A , tahanan jenis ρ serta resistansi, maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$R = \rho \frac{L}{A} \tag{2}$$

Sehingga jika berdasarkan Hukum Ohm, persamaan resistansi dirumuskan sebagai berikut:

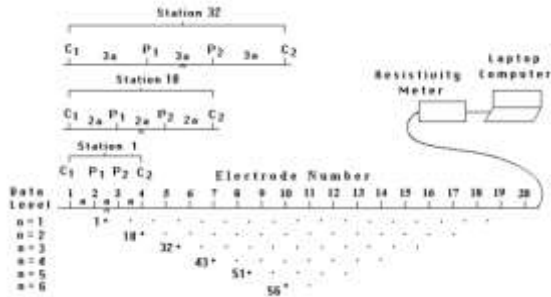
$$R = \frac{V}{I} \tag{3}$$

Apabila persamaan (2) disubstitusikan ke persamaan (3), diperoleh:

$$\rho = \frac{V A}{I L} \tag{4}$$

(Telford dkk., 1990)

Untuk mendapatkan penampang 2D yang bagus dari permukaan bawah tanah, cakupan pengukuran juga harus 2D seperti pada gambar 2.3 berikut,



Gambar 2.5 Pengaturan Elektroda Untuk Survei Geolistrik Resistivitas 2D (Loke, 1999)

Gambar 2.5 merupakan contoh pengaturan elektroda untuk survei geolistrik resistivitas 2D dan urutan pengukuran yang digunakan menghasilkan *pseudosection*.

2.1.4.1 Potensial Listrik di Media Homogen Isotropis

Apabila terdapat suatu arus yang dialirkan secara kontinyu pada medium homogen isotropis seperti yang terlihat pada gambar 2.6, jika δA adalah elemen luasan permukaan dan J adalah rapat arus listrik dalam ampere/meter², maka besarnya elemen arus listrik dl yang melalui elemen permukaan tersebut adalah:

$$dl = \vec{j} \cdot \delta \vec{A} \quad (5)$$

Sehingga diperoleh rapat arus J :

$$\vec{j} = \sigma \vec{E} \quad (6)$$

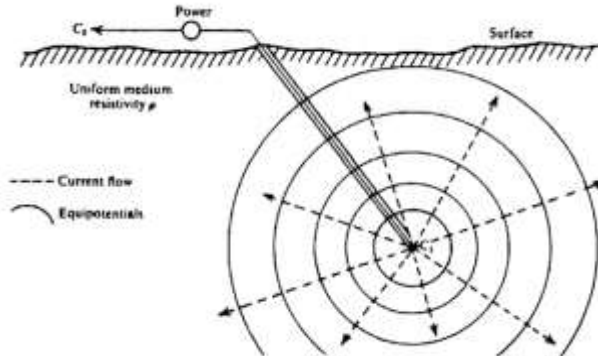
Dimana medan listrik merupakan gradient potensial skalar (V), maka:

$$\vec{E} = -\nabla V \quad (7)$$

Maka,

$$\vec{j} = \sigma \nabla V \quad (8)$$

(Telford dkk., 1990)



Gambar 2. 6 Sumber Arus Terpendam pada Lapisan Homogen (Telford dkk., 1990)

Karena konduktivitas listrik medium (σ) bernilai konstan sehingga diperoleh bentuk persamaan laplace untuk potensial yaitu:

$$\nabla^2 V = 0 \tag{9}$$

Arus mengalir secara radial keluar dalam segala arah dari titik elektroda. Sehingga total arus melalui permukaan bola, sehingga:

$$I = 4\pi r^2 J = -4\pi r^2 \frac{dV}{dr} = -4\pi \sigma A \tag{10}$$

$$A = - \frac{I\rho}{4\pi} \tag{11}$$

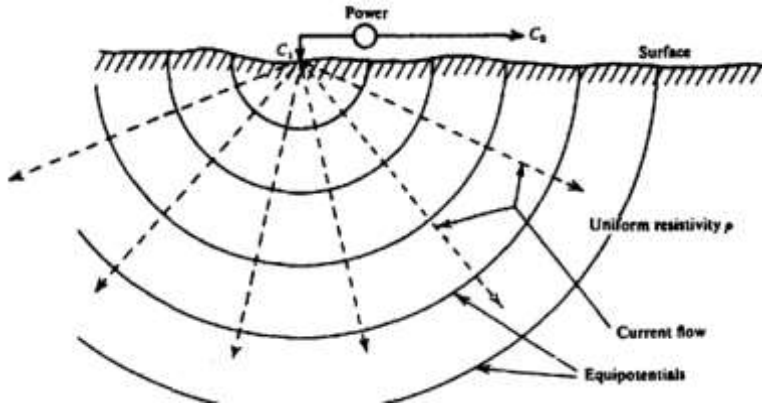
Sehingga diperoleh:

$$V = \left(\frac{I\rho}{4\pi} \right) \frac{1}{r} \tag{12}$$

(Telford dkk., 1990)

2.1.4.2 Potensial di Sekitar Titik Arus di Permukaan Bumi

Jika titik yang mengalirkan elektroda arus I terletak pada permukaan bumi homogen isotropis dan diatas permukaan bumi memiliki konduktivitas nol, maka permukaan yang dilalui arus I adalah permukaan setengah lingkaran.



Gambar 2.7 Titik arus di permukaan bumi pada medium yang homogen(Telford dkk., 1990)

Gambar 2.7 merupakan gambaran penjalaran potensial disekitar titik arus di permukaan bumi pada medium yang homogen. Permukaan yang dilalui arus I adalah permukaan setengah bola dengan luas $2\pi r^2$, sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$I = 2\pi r^2 J = -2\pi r^2 \sigma \frac{dV}{dr} = -2\pi \sigma A \quad (13)$$

$$A = -\frac{I\rho}{2\pi} \quad (14)$$

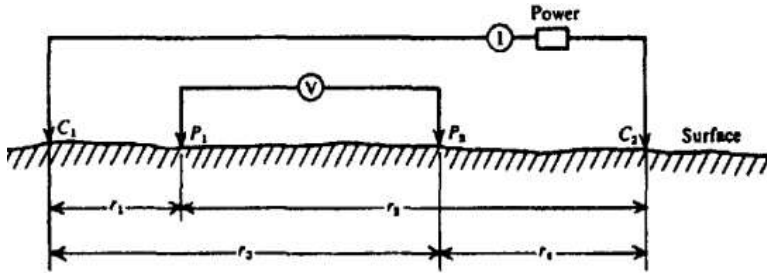
Sehingga,

$$V = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \frac{1}{r} \quad (15)$$

(Telford dkk., 1990)

2.1.4.3 Dua Elektroda Arus di Permukaan

Ketika jarak antara dua elektroda arus berhingga seperti pada gambar 2.7, potensial akan dipengaruhi oleh kedua elektroda arus tersebut. Potensial yang disebabkan elektroda C_1 pada elektroda P_1 adalah:



Gambar 2. 8 Dua elektroda arus dan potensial pada permukaan tanah yang homogen (Telford dkk., 1990)

Diperoleh:

$$V_1 + V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (16)$$

Akhirnya, dengan menjelaskan potensial pada elektroda potensial P_2 kita dapat mengukur beda potensial antara elektroda P_1 dan P_2 dinyatakan pada persamaan berikut:

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \quad (17)$$

(Telford dkk., 1990)

Dengan:

ΔV : Beda potensial antara P_1 dan P_2 (V)

I : Arus yang diinjeksikan melalui elektroda C_1 dan C_2 (A)

r_1 : Jarak antara C_1 dan P_1 (m)

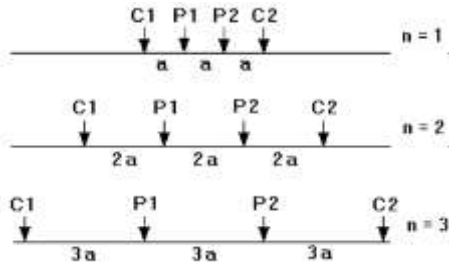
r_2 : Jarak antara C_2 dan P_1 (m)

r_3 : Jarak antara C_1 dan P_2 (m)

r_4 : Jarak antara C_2 dan P_2 (m)

2.1.4.4 Konfigurasi Wenner

Konfigurasi *Wenner* merupakan salah satu konfigurasi yang sering digunakan dalam pengukuran metode geolistrik. Pada konfigurasi ini, dimana jarak antar elektroda adalah sebesar a , dimana kedua pasang elektroda ini dipasang secara simetris terhadap titik sounding seperti pada gambar 2.9 berikut:



Gambar 2. 9 Susunan Elektroda Konfigurasi Wenner (Loke, 1999)

Wenner cukup sensitif terhadap perubahan resistivitas bawah permukaan secara vertikal, namun kurang sensitif terhadap perubahan horizontal. secara umum, konfigurasi *Wenner* baik digunakan untuk identifikasi struktur horizontal. konfigurasi *Wenner* memiliki kedalaman penetrasi yang menengah (tidak terlalu dalam, namun juga tidak dangkal) (Loke, 1999).

Faktor geometri untuk konfigurasi *Wenner* adalah sebagai berikut:

$$k = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a}\right) - \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a}\right)\right]} \quad (18)$$

$$k = 2\pi a \quad (19)$$

2.1.4.5 Nilai Resistivitas

Menurut Telford (1976) secara umum berdasarkan harga resistivitas listriknya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

1. Konduktor baik: $10^{-8} < \rho < 1\Omega m$.
2. Konduktor pertengahan: $1 < \rho < 10^7\Omega m$.
3. Konduktor buruk: $\rho > 10^7\Omega m$.

Tabel 2.1 Nilai Resistivitas Berbagai Material (Reynolds, 1997)

Material	Resistivitas (Ωm .)	Material	Resistivitas (Ωm)
Pasir berlempung	30-215	Pasir	$1-10^3$
Pasir dan Kerikil	30-225	Lempung	$1-10^2$
Kerikil tersaturasi	100	Air tanah	0.5-300
Batu pasir	$2 \times 10^2 - 10^4$	Kerikil kering	1400
Lempung Kering	50-150	Aluvium	$10 - 8 \times 10^2$
Top Soil	4-20	Kerikil	$10^2 - 6 \times 10^2$

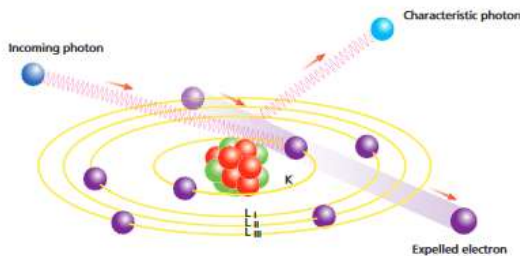
Tabel 2.1 merupakan nilai resistivitas dari berbagai material yang dapat dijadikan referensi dalam melakukan interpretasi hasil pengolahan geolistrik resistivitas 2D.

2.1.5 Analisis XRF

X-Ray Fluoresensi (XRF) adalah metode analitik untuk menentukan komposisi kimia dari semua jenis bahan. Bahan bisa dalam bentuk padat, cair, bubuk, disaring atau bentuk lainnya. Metode XRF cepat, akurat, dan tidak merusak, dan biasanya hanya memerlukan persiapan sampel yang sederhana. Aplikasi analisis XRF sangat luas meliputi logam, semen, minyak, polimer, industri plastik dan makanan, pertambangan, mineralogi dan geologi, dan analisis lingkungan dari air dan bahan limbah. XRF juga merupakan teknik analisis yang sangat berguna untuk penelitian dan farmasi (Brouwer, 2003).

Ketepatan dan reproduksibilitas analisis XRF sangat tinggi. Waktu pengukuran tergantung pada jumlah elemen yang akan ditentukan dan akurasi yang dibutuhkan. Dalam XRF, sinar-X dihasilkan oleh tabung sinar-X tetapi bisa juga berupa sinkrotron atau bahan radioaktif. Elemen-elemen yang ada dalam sampel akan memancarkan radiasi sinar-X fluoresens dengan energi diskrit (setara dengan warna dalam cahaya optik) yang merupakan karakteristik untuk setiap elemen. Energi yang berbeda setara dengan warna yang berbeda. Dengan mengukur energi (menentukan warna) dari radiasi yang dipancarkan oleh sampel, dimungkinkan untuk menentukan elemen mana yang terkandung dalam suatu sampel bahan yang diuji. Langkah ini disebut analisis kualitatif. Dengan mengukur intensitas energi yang dipancarkan (warna) dimungkinkan untuk menentukan berapa banyak elemen yang terkandung dalam sampel. Langkah ini disebut analisis kuantitatif (Brouwer, 2003).

Ada tiga interaksi utama ketika materi kontak sinar-X: Fluoresensi, sebaran Compton, dan sebaran Rayleigh. Fluoresensi dan hamburan tergantung pada ketebalan (d), kepadatan (ρ) dan komposisi bahan, dan pada energi sinar-X.



Gambar 2. 10 Mekanisme Penembakan Sinar X pada Atom (Brouwer, 2003)

Ketika ditembakkan ke suatu atom, partikel seperti foton sinar-X dan elektron dengan energi yang cukup dapat mengeluarkan elektron dari atom tersebut. Hal tersebut menghasilkan sebuah lubang di kulit K seperti pada gambar 2.10 menempatkan atom dalam keadaan tereksitasi yang tidak stabil dengan energi yang lebih tinggi. Atom ingin mengembalikan konfigurasi asli, dengan mentransfer elektron dari kulit terluar seperti kulit-L ke lubang di kulit-K. Sebuah elektron di kulit L memiliki energi yang lebih tinggi daripada elektron kulit K, dan ketika elektron kulit L ditransfer ke kulit K, surplus energi dapat dipancarkan sebagai foton sinar-X. Dalam spektrum, hal tersebut dilihat sebagai garis. Untuk mencapai atom di dalam sampel, sinar-X harus melewati lapisan di atasnya, dan lapisan ini akan menyerap bagian dari radiasi yang masuk. Radiasi karakteristik yang dihasilkan juga harus melewati lapisan ini untuk meninggalkan sampel, dan lagi bagian radiasi akan diserap kembali. Besarnya penyerapan tergantung pada energi radiasi, panjang jalur d dari atom yang harus dilalui, dan kepadatan sampel.(Brouwer, 2003).

Berikut ini merupakan hasil analisis XRF kandungan unsur pada batuan beku dan sedimen

Tabel 2. 2 Hasil Analisis XRF Batuan Beku dan Sedimen (Clarke dan Washington, 1924)

Kandungan (%)	Batuan Beku ^a	Batuan Sedimen ^b
SiO ₂	59.12	58.53
Al ₂ O ₃	15.32	13.07
Fe ₂ O ₃	3.08	3.37
FeO	3.8	2
MgO	3.49	2.51
CaO	5.08	5.44
Na ₂ O	3.84	1.1
TiO ₂	1.05	0.56
ZrO ₂	0,039	-
BaO	0.55	0.05
MnO	0.124	Trace.

- a. Berdasarkan 5159 analisis batuan beku diseluruh dunia.
- b. Berdasarkan penelitian Clarke dan Washington

2.1.6 Komposisi Kimia Batuan dan Sedimen

Komposisi kimia dari suatu batuan bergantung pada jenis magma pembentuknya, begitu pula dengan sedimen yang komposisi kimianya bergantung pada batuan induknya. Terdapat beberapa kriteria dalam pengklasifikasian batuan beku, salah satunya berdasarkan kandungan SiO_2 pada batuan. Batuan beku basalt umumnya memiliki kandungan silika mencapai 49.2% dengan standart deviasi 3.2%, batuan andesit memiliki kadungan silika rata-rata mencapai 58.2% dengan standart deviasi 4.1% sedangkan batuan riolit memiliki kandungan silika mencapai 73% dengan standart deviasi 3.3% (Middlemost, 1972). secara umum batuan beku dapat diklasifikasikan berdasarkan kandungan SiO_2 kedalam beberapa kelas seperti pada tabel 2.3 berikut:

Tabel 2. 3 Klasifikasi Batuan Beku Berdasarkan Kandungan SiO_2 (Middlemost, 1972)

$\text{SiO}_2\%$	Kelas
45-53.5	Basalt
53.5-62	Andesit
62-70	Dasit
70-100	Riolit

Dalam referensi lain dijelaskan mengenai klasifikasi batuan beku kedalam beberapa jenis berdasarkan kandungan silikanya, seperti pada tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Klasifikasi Batuan Beku Berdasarkan Kandungan SiO_2 (Nelson, 2011)

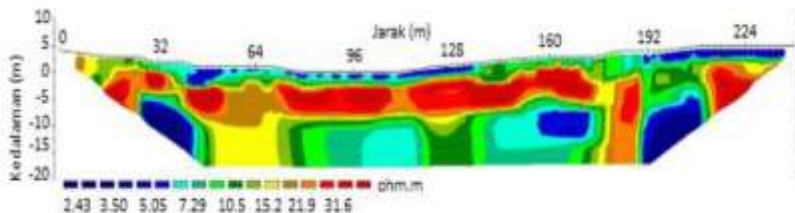
$\text{SiO}_2\%$	Jenis Batuan Beku
> 66	Batuan Beku Asam
52-66	Batuan Beku Intermediet
45-52	Batuan Beku Basa
<45	Batuan Beku Ultrabasa

Rasio antara Al_2O_3 dan TiO_2 dapat digunakan dalam membedakan batuan induk dari suatu sedimen. Rasio Al_2O_3/TiO_2 bernilai 3-8 menunjukkan batuan induk berupa batuan beku basa (mafic), rasio Al_2O_3/TiO_2 bernilai 8-21 menunjukkan batuan induk berupa batuan beku intermediet, sedangkan rasio Al_2O_3/TiO_2 bernilai 21-70 menunjukkan batuan induk berupa batuan beku asam (Chen dkk., 2016)

2.2 Penelitian Terdahulu

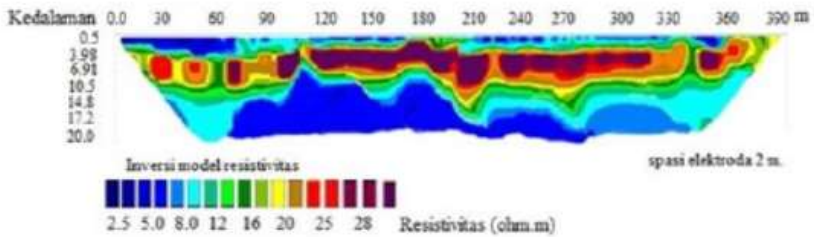
2.2.1 Metode Geolistrik dalam Identifikasi *Paleochannel*

Penelitian sebelumnya mengenai aplikasi metode geolistrik dalam mengidentifikasi sungai purba pernah dilakukan Jamalul pada tahun 2016 di daerah Rumpet, Aceh Besar dengan hasil seperti pada gambar 2.11. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh bahwa pada kedalaman sampai 2.5m memiliki nilai resistivitas 5-8 Ωm yang diindikasikan sebagai lapisan berlanau yang ditutupi oleh lapisan terganggu bagian atas permukaan, pada kedalaman 2.5m - 11m memiliki nilai resistivitas 12 - 28 Ωm yang diperkirakan mengandung lempung, pada kedalaman 11m - 20m memiliki nilai resistivitas 2.5 - 8 Ωm diperkirakan lapisan pasir mengandung air tanah. berdasarkan interpretasi tersebut mengindikasikan keberadaan sungai purba berdasarkan pola lapisan sedimen yang mencirikan lapisan sedimen sungai (Ade, 2016)



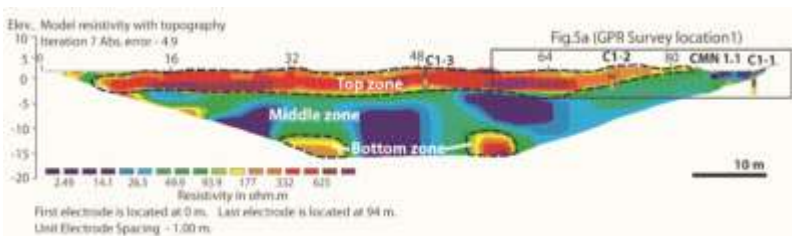
Gambar 2. 11 Hasil Penelitian *Paleochannel* di Rumpet Aceh (Ade, 2016).

Pemodelan tomografi metode geolistrik dalam mengidentifikasi keberadaan sungai purba berdasarkan pola sedimennya juga pernah dilakukan oleh Muzakir dkk pada 2017 dan diperoleh hasil inversi 2D data resistivitas diperoleh tiga struktur lapisan sedimen. Lapisan pertama diduga sebagai lempung pasir dengan resistivitas 7.29 – 10.5 $\Omega.m$. Lapisan kedua dapat diduga sebagai pasir kerikil dengan resistivitas 15.2 – 31.6 $\Omega.m$. Lapisan ketiga diduga sebagai lempung dengan resistivitas rendah. Sedimen sungai purba secara jelas diidentifikasi dari distribusi nilai resistivitas yang lebih tinggi (Zainal dkk., 2017).



Gambar 2. 12 Hasil Penelitian Sungai Purba dengan Metode ERT di Banda Aceh (Zainal dkk., 2017).

Penggunaan metode geolistrik juga pernah digunakan oleh Nimnate dkk pada tahun 2017 untuk identifikasi lokasi *paleochannel* di dataran Khorat, Timurlaut Thailand. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh hasil profil ERT pada point bar dan *paleochannel* menampilkan nilai resistivitas rendah yang terkait dengan deposit tanah lempung dari sungai purba. Endapan pada point bar menunjukkan resistivitas sedang ke tinggi dari model inversi (100-1200 Ω m) dan itu terkait dengan lempung dan lempung pasir. Profil ERT dari lokasi lain menunjukkan nilai resistivitas sedang hingga tinggi dari sungai purba yang terkubur. Hal ini terkait dengan deposit pasir lempung. Geometri saluran memiliki lebar sekitar 30 m dan kedalaman 10 m. Dikelilingi oleh zona resistivitas rendah (0-36 $\Omega \cdot m$). Zona ini diinterpretasikan sebagai deposit dataran banjir. Nilai resistivitas tinggi (100-160 Ω m) ditafsirkan sebagai endapan sedimen *paleochannel* pada kedalaman 5 hingga 10 m (Nimnate dkk., 2017) seperti ditunjukkan pada gambar 2.13 berikut.



Gambar 2. 13 Hasil Penelitian *Paleochannel* di Timurlaut Thailand (Nimnate dkk., 2017).

Penelitian tentang *paleochannel* yang dilakukan oleh Mehdi dkk pada tahun 2006 di sungai Saraswati, India, memperoleh kesimpulan bahwa

paleochannel mengandung sedimen pasir dan lempung serta pasir dengan campuran batuan fluvial di pinggir *paleochannel* (Mehdi dkk., 2016).

2.2.2 Analisis XRF pada Sedimen

Analisis XRF telah banyak digunakan untuk mengkarakterisasi kandungan unsur pada sampel sedimen. Salah satu penelitian yang pernah dilakukan Zaki dkk pada tahun 2017, dengan menguji pasir sungai Brantas dengan analisis XRF diperoleh hasil seperti pada tabel 2.5 berikut:

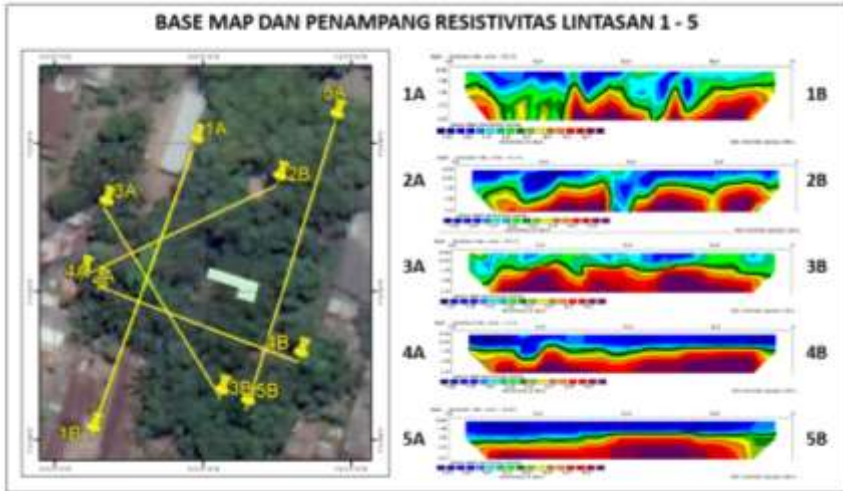
Tabel 2. 5 Hasil Analisis XRF Pasir Sungai Brantas(Zaki dkk., 2017)

Kandungan Unsur (%)	Pasir Sungai Brantas
Al ₂ O ₃	2
SiO ₂	29.7
P ₂ O ₅	0.74
Fe ₂ O ₃	35.1
CaO	16.8
MnO	0.74
V ₂ O ₅	0.13
CuO	0.34
TiO ₂	1.89
ZnO	0.09
NiO	2.59
Re ₂ O ₇	0.44

Berdasarkan penelitian tersebut, unsur mayor yang terkandung didalam pasir sungai Brantas adalah Fe₂O₃, CaO, SiO₂ (Zaki dkk., 2017).

2.2.3 Penelitian di Daerah Terung Wetan

Penelitian di daerah Terung Wetan tentang identifikasi struktur batu bata bawah permukaan situs kadipaten terung menggunakan metode geolistrik resistivitas 2d konfigurasi dipole-dipole pernah dilakukan oleh Vinca pada tahun 2018 dengan tujuan untuk mengetahui peta persebaran struktur batu bata bawah permukaan Situs Kadipaten Terung. diperoleh hasil sebagai berikut:



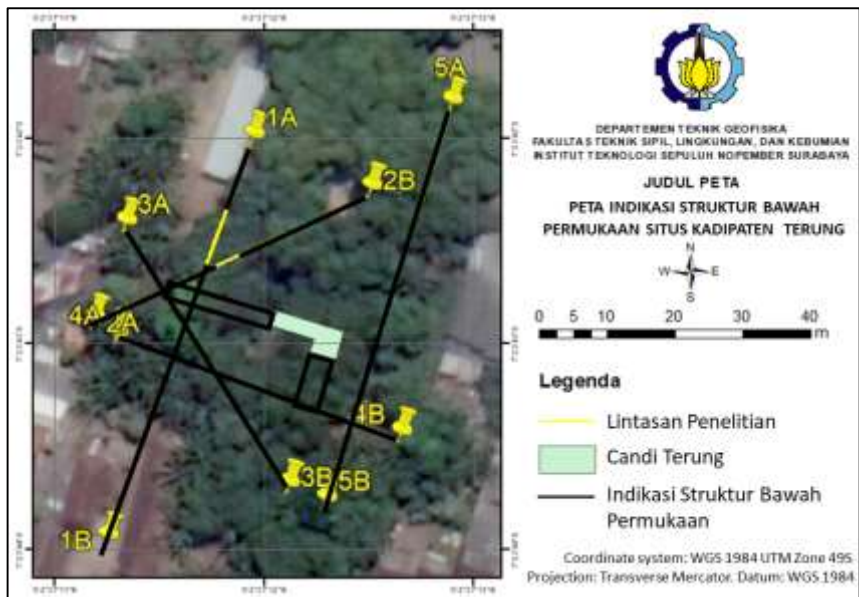
Gambar 2. 14 Base Map dan Penampang Resistivitas Hasil Penelitian Sebelumnya di Terung Wetan (Vinca, 2018)

Berdasarkan gambar 2.14 diperoleh hasil interpretasi seperti pada tabel 2.4 berikut:

Tabel 2. 6 Hasil Interpretasi Penelitian Sebelumnya di Terung Wetan (Vinca, 2018)

Lintasan	Nilai Resistivitas	Interpretasi
Lintasan 1	1-8,57 Ωm	Endapan aluvium berupa lempung pasir yang tersaturasi air hujan
	13,2-60 Ωm	Indikasi struktur bawah permukaan didapatkan pada meter ke 3 – 10, 21 – 36, dan 38 – 59. pada kedalaman 1 hingga 3,67 meter. Merupakan kemenerusan struktur Candi Terung ke arah barat.
Lintasan 2	1-8,87 Ωm	Endapan aluvium berupa lempung pasir yang tersaturasi air hujan.
	13,8-75 Ωm	Indikasi struktur bawah permukaan pada meter ke 2,25 – 21 dan 24 – 44,25 di kedalaman 1 hingga 2,75 meter. Merupakan kemenerusan struktur Candi Terung ke arah barat
	5,71 Ωm	Akuifer
Lintasan 3	1 – 7,56 Ωm	Endapan aluvium berupa lempung pasir yang tersaturasi air hujan

	12,7-75 Ω m	Indikasi struktur bawah permukaan pada meter ke 4,5 – 44,25 pada kedalaman 1 hingga 2,75 meter. Merupakan kemenerusan struktur Candi Terung ke arah barat.
Lintasan 4	2 – 10,4 Ω m	Endapan aluvium berupa lempung pasir yang tersaturasi air hujan pada kedalaman hingga 1 meter
	15,0 – 75 Ω m	Struktur batu bata bawah permukaan dan merupakan kemenerusan struktur Candi Terung ke arah selatan
Lintasan 5	3 – 10,4 Ω m	Endapan aluvium berupa lempung pasir yang tersaturasi air hujan pada kedalaman hingga 1 meter.
	15,7 – 100 Ω m	Indikasi struktur bawah permukaan Ω m pada meter 2,25 – 44,25 pada kedalaman 1 – 3,67 meter.

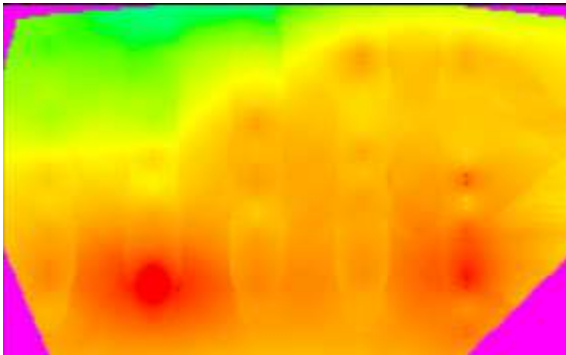


Gambar 2. 15 Peta Indikasi Struktur Bawah Permukaan Situs Kadipaten Terung(Vinca, 2018)

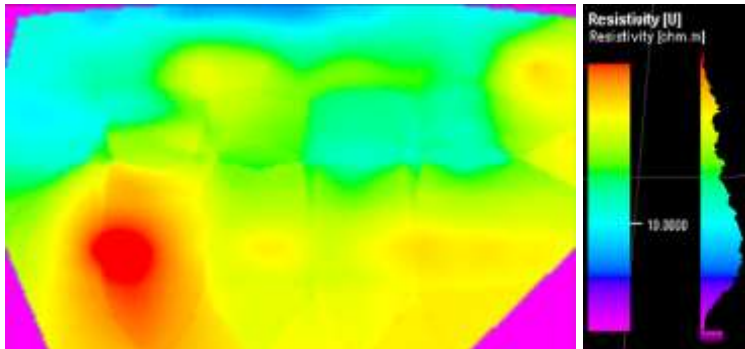
Diperoleh kesimpulan terdapat indikasi persebaran struktur batu bata bawah permukaan Situs Kadipaten Terung didapatkan di 5 lintasan penelitian.

Ditinjau dari lokasi struktur Candi Terung, lintasan 1 berada di sisi barat, lintasan 2 berada di sisi barat laut, lintasan 3 berada di sisi barat daya, lintasan 4 berada di sisi selatan, dan lintasan 5 berada di sisi timur. Indikasi kemenerusan struktur Candi Terung berorientasi ke arah barat dan selatan seperti ditunjukkan pada gambar 2.15.

Pada tahun 2019, di daerah Terung Wetan telah dilakukan pemodelan 3D resistivitas tanah untuk identifikasi paleochannel oleh Na'imatul. Berdasarkan pemodelan yang telah dilakukan diperoleh model 3D yang diduga paleochannel pada kedalaman 4.5-10m dengan nilai resistivitas $>30 \Omega\text{m}$. (Na'imatul,2019)



(a)



(b)

Gambar 2. 16 Pola Persebaran Nilai Resistivitas Pembentuk Paleochannel (a) kedalaman 4.5 m (bagian atas) (b) kedalaman 10m (bagian bawah) (Na'imatul,2019).

Gambar 2.16 merupakan hasil sayatan dari pemodelan 3D yang menunjukkan bagian atas paleochannel pada kedalaman 4.5m (gambar 2.16 a) dan bagian bawah paleochannel pada kedalaman 10 m (gambar 2.16 b). Terlihat bahwa pola persebaran paleochannel ditunjukkan dengan warna jingga-merah dengan rentang nilai 23.4-60 Ω m yang diinterpretasikan sebagai endapan pasir-kerikil (Na'imatul,2019).

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Desain Penelitian

Lokasi akuisisi data untuk Tugas Akhir ini bertempat di Desa Terung Wetan, Kecamatan Krian, Kabupaten Sidoarjo dengan desain akuisisi dan titik pengambilan sampel sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Desain Akuisisi Data

Gambar 3.1 merupakan lintasan pengukuran geolistrik resistivitas 2D dan titik pengambilan sample tanah. Untuk pengukuran geolistrik dilakukan sebanyak 8 lintasan, sedangkan pengambilan sampel sedimen dilakukan pada 2 titik. lintasan seperti pada gambar untuk kemudian dilakukan analisis kandungan unsurnya.

Lintasan 1,2, dan 3 memiliki panjang lintasan 235 m dengan 48 elektroda dan spasi antarelektroda 5m. Lintasan 4,5,6,7 dan 8 memiliki panjang lintasan 141 m dengan 48 elektroda dan spasi antar elektroda 3m. Konfigurasi yang digunakan adalah konfigurasi *Wenner*.

3.2 Peralatan dan Data

Peralatan yang digunakan dalam penelitian berupa:

1. Perangkat Lunak
 - Res2DINV

- Google Earth
 - Microsoft Excel
 - Notepad
2. Data yang digunakan
- Data pengukuran geolistrik resistivitas 2D konfigurasi *Wenner* sebanyak 8 lintasan
 - Sampel pasir sebanyak 4 sampel



(a)



(b)



(c)

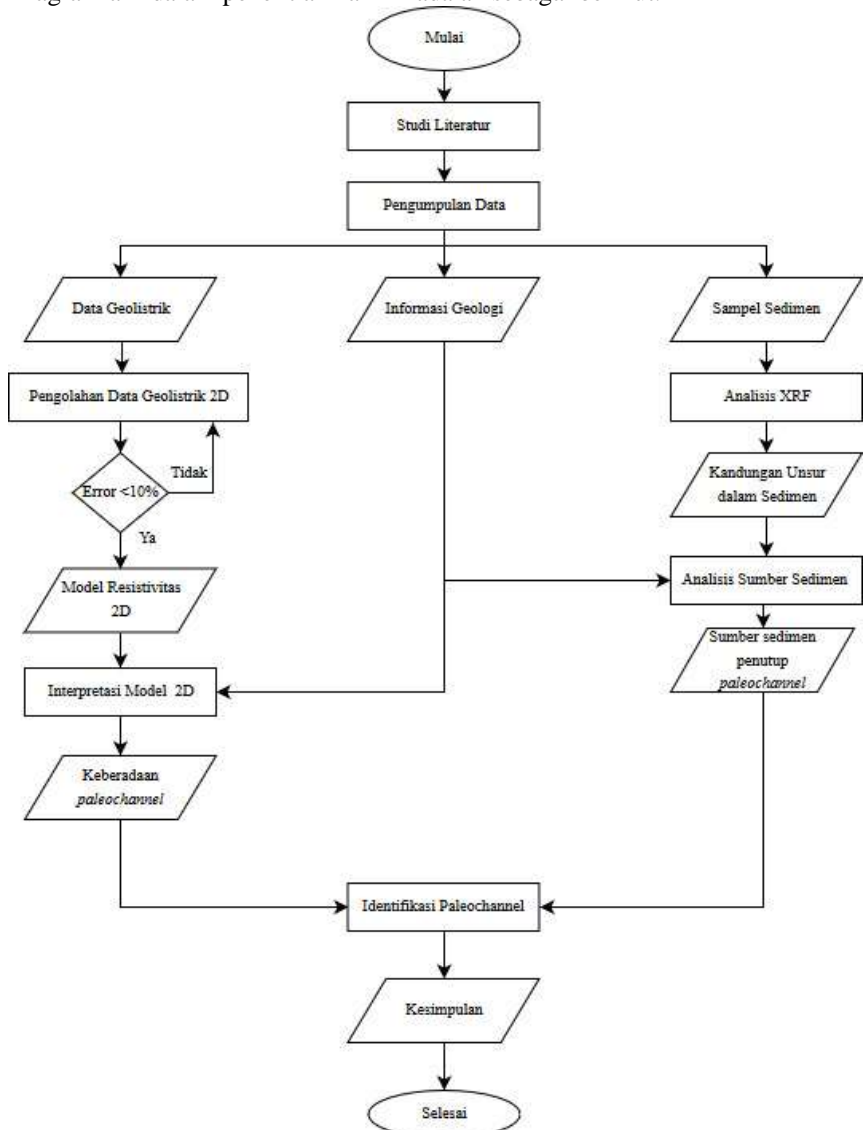


(d)

Gambar 3. 2 Sampel Sedimen untuk Analisis XRF (a). BH-13.9 (b). BH-15.3 (c). BH-15.9 (d). BH-15.6

3.3 Diagram Alir

Diagram alir dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

Berikut ini merupakan penjelasan mengenai diagram alir pada Gambar 3.2.

3.3.1 Studi Literatur

Studi literature dilakukan dengan mengumpulkan referensi-referensi yang relevan tentang *paleochannel*, sedimentasi serta metode-metode yang sesuai untuk melakukan identifikasi persebaran, jenis serta sumber sedimen. Selain itu dilakukan juga studi literatur berupa tinjauan geologi untuk memperoleh informasi geologi regional di daerah penelitian.

3.3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian, pada penelitian ini dibutuhkan data geolistrik 2D dalam penelitian ini digunakan data sekunder 8 lintasan, sampel sedimen serta informasi Geologi daerah penelitian sebagai bahan interpretasi.

3.3.3 Pengolahan Data Geolistrik 2D

Berdasarkan data geolistrik yang sudah ada, dilakukan pengolahan untuk mendapatkan penampang resistivitas 2D dari daerah penelitian menggunakan perangkat lunak Res2DINV hingga diperoleh penampang resistivitas bawah permukaan dengan nilai error < 10 %.

3.3.4 Interpretasi Model Resistivitas

Setelah diperoleh model resistivitas 2D dilakukan interpretasi setiap lapisan berdasarkan nilai resistivitasnya dan dengan bantuan informasi geologi dapat ditentukan litologi bawah permukaan termasuk jenis sedimen di daerah penelitian. Berdasarkan interpretasi tersebut juga dapat diperoleh persebaran dan pola sedimen di daerah penelitian, kemudian dapat ditentukan keberadaan *paleochannel* di daerah penelitian.

3.3.5 Analisis Kandungan Unsur dengan XRF

Analisis XRF bertujuan untuk mengetahui kandungan unsur dalam sampel. Analisis XRF ini akan dilakukan di laboratorium. Dan diperoleh hasil berupa kandungan unsur yang terdapat pada sedimen daerah penelitian

3.3.6 Identifikasi *Paleochannel*

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap keberadaan *paleochannel* berdasarkan pola sedimen pada penampang resistivitas 2D dan identifikasi karakter sedimen penutup *paleochannel* berdasarkan hasil analisis sumber sedimen dari data XRF sehingga diketahui batuan sumber sedimen.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

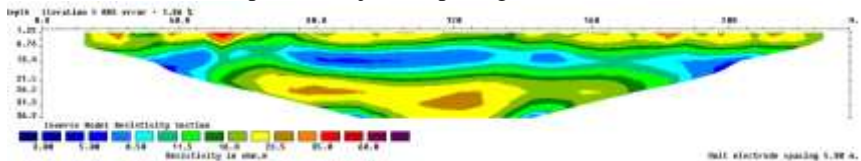
4.1 Hasil Pengolahan Geolistrik Tahanan Jenis 2D

Telah dilakukan pengolahan data geolistrik tahanan jenis 2D yang menghasilkan 8 model penampang resistivitas bawah permukaan pada daerah penelitian dengan nilai kesalahan dibawah 10%. Berdasarkan model resistivitas pada daerah penelitian diperoleh rentang nilai resistivitas rendah 1 Ω .m -10 Ω .m yang ditunjukkan dengan warna biru tua hingga biru muda. Kemudian zona resistivitas sedang memiliki rentang nilai 11.5 Ω .m -30 Ω .m yang ditunjukkan dengan warna hijau muda hingga cokelat, sedangkan zona dengan resistivitas tinggi dengan rentang nilai 35 Ω .m – 70 Ω .m ditunjukkan dengan warna jingga hingga ungu.

Zona dengan resistivitas rendah diinterpretasikan sebagai lapisan lempung, kemudian zona dengan resistivitas sedang diinterpretasikan sebagai lapisan lempung pasir, sedangkan zona dengan resistivitas tinggi diinterpretasikan sebagai lapisan pasir dengan campuran kerikil. Interpretasi tersebut sesuai dengan kondisi geologi daerah penelitian yang berada pada menunjukkan daerah penelitian berada pada dataran alluvium dengan batuan penyusun meliputi kerakal, kerikil, pasir, lempung dan setempat pecahan cangkang fosil.

4.1.1 Lintasan 1

Lintasan 1 memiliki panjang lintasan 235 m dengan arah barat timur. Menghasilkan model dengan kedalaman mencapai 36.9 m, dengan nilai RMS error sebesar 1.86% seperti ditunjukkan pada gambar 4.1 berikut:

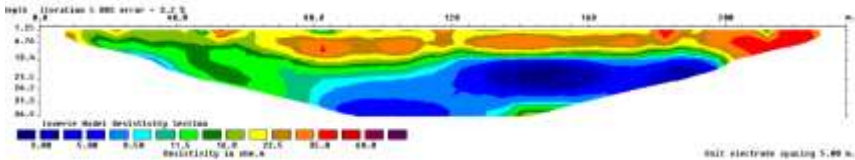


Gambar 4. 1 Penampang Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 1

Pada lintasan Zona dengan nilai resistivitas tinggi teradapat pada meter ke 47.5 – 60 pada kedalaman 1.25 m hingga 6.76 m dan meter ke 178 - 185, pada kedalaman 1.25 m hingga 3.88 m. zona resistivitas rendah berada pada kedalaman 6.76-17.3 m disepanjang profil lintasan dengan dikelilingi zona resistivitas sedang.

4.1.2 Lintasan 2

Lintasan 2 memiliki panjang lintasan 235 m dengan arah barat timur. Menghasilkan model dengan kedalaman mencapai 36.9 m, dengan nilai RMS error sebesar 3.2% seperti ditunjukkan pada gambar 4.2 berikut:

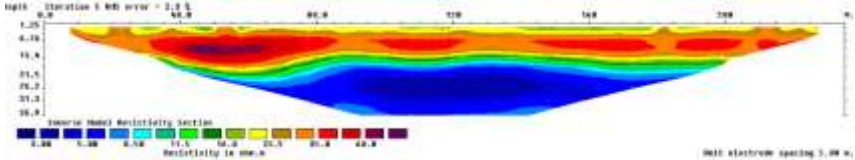


Gambar 4. 2 Penampang Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 2

Pada lintasan 2 zona resistivitas rendah berada pada kedalaman 13.4-36.9 m pada meter ke 80 hingga 200. Zona resistivitas tinggi berada pada meter ke 50 hingga 235 pada kedalaman 4.5-10m dan meter ke 180-235 pada kedalaman 1.25-10, dengan zona resistivitas sedang dibagian atas dan bawah. Pada sisi barat lintasan pengukuran didominasi dengan lapisan beresistivitas sedang.

4.1.3 Lintasan 3

Lintasan 3 memiliki panjang lintasan 235 m dengan arah barat timur. Menghasilkan model dengan kedalaman mencapai 36.9 m, dengan nilai RMS error sebesar 2.3 % seperti ditunjukkan pada gambar 4.3 berikut:

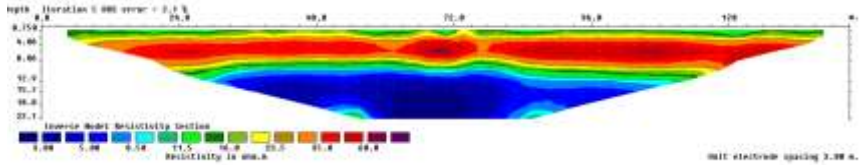


Gambar 4. 3 Penampang Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 3

Pada lintasan 3 zona dengan nilai resistivitas rendah berada pada kedalaman 17.3-36.9m disepanjang profil lintasan 3. Zona resistivitas tinggi yang berada pada meter disepanjang profil lintasan 3 pada kedalaman 4.5-10 m, dengan zona resistivitas sedang dibagian atas pada kedalaman 1.25-3.88m dan lapisan bawah pada kedalaman 10-21.5m.

4.1.4 Lintasan 4

Lintasan 4 memiliki panjang lintasan 144 m dengan arah utara-selatan. Menghasilkan model dengan kedalaman mencapai 22.1 m, dengan nilai RMS error sebesar 2.1 % seperti ditunjukkan pada gambar 4.4 berikut:

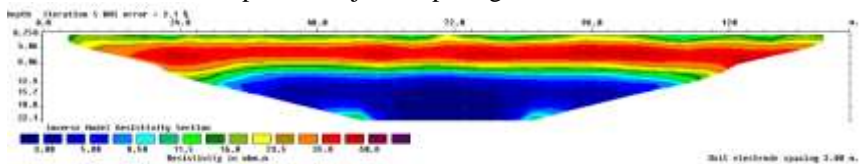


Gambar 4. 4 Penampang Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 4

Pada lintasan 4, zona resistivitas rendah terdapat disepanjang profil lintasan pada kedalaman 10.4-22.1 m. Zona dengan nilai resistivitas tinggi berada disepanjang profil lintasan dengan kedalaman 4 – 9 m, dengan zona resistivitas sedang dibagian atas pada kedalaman 0.75 - 3.5 m dan dibagian bawah pada kedalaman 8.06-10.4 m.

4.1.5 Lintasan 5

Lintasan 5 memiliki panjang lintasan 144 m dengan arah utara-selatan Menghasilkan model dengan kedalaman mencapai 22.1 m, dengan nilai RMS error sebesar 2.1 % seperti ditunjukkan pada gambar 4.5 berikut

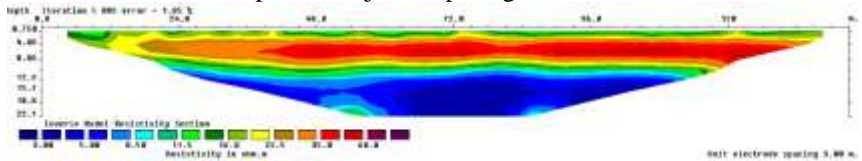


Gambar 4.5 Penampang Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 5

Pada lintasan 5, zona resistivitas rendah terdapat disepanjang profil lintasan pada kedalaman 10.4-22.1 m. Zona dengan nilai resistivitas tinggi berada disepanjang profil lintasan dengan kedalaman 4 – 9 m, dengan zona resistivitas sedang dibagian atas pada kedalaman 0.75 - 3.5 m dan dibagian bawah pada kedalaman 8.06-10.4 m

4.1.6 Lintasan 6

Lintasan 6 memiliki panjang lintasan 144 m dengan arah utara-selatan Menghasilkan model dengan kedalaman mencapai 22.1 m, dengan nilai RMS error sebesar 1.85 % seperti ditunjukkan pada gambar 4.6 berikut

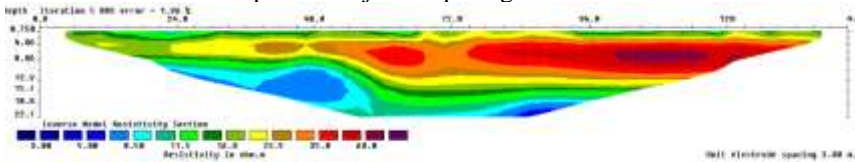


Gambar 4. 6 Penampang Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 6

Pada lintasan 6, zona resistivitas rendah terdapat disepanjang profil lintasan pada kedalaman 10.4-22.1 m. Zona dengan nilai resistivitas tinggi berada pada meter ke 16 hingga 141, dengan kedalaman 4 – 9 m, dengan zona resistivitas sedang dibagian atas pada kedalaman 0.75 - 3.5 m dan dibagian bawah pada kedalaman 8.06-10.4 m.

4.1.7 Lintasan 7

Lintasan 7 memiliki panjang lintasan 144 m dengan arah utara-selatan Menghasilkan model dengan kedalaman mencapai 22.1 m, dengan nilai RMS error sebesar 1.96 % seperti ditunjukkan pada gambar 4.7 berikut:

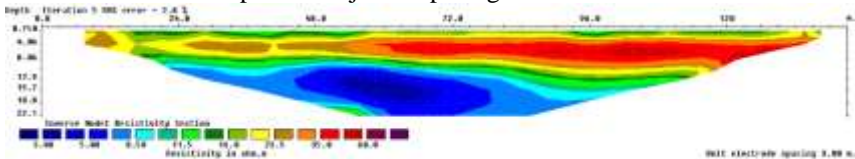


Gambar 4. 7 Penampang Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 7

Pada lintasan 7, zona resistivitas rendah terdapa pada meter ke 20-54 pada kedalaman 10.4 hingga 22.1 m dan pada meter ke 56-99 pada kedalaman 18.8 hingga 22.1 m. Zona dengan nilai resistivitas tinggi berada pada meter ke 49 hingga 141, dengan kedalaman 4 – 9 m. Zona resistivitas sedang mendominasi pada sisi utara lintasan.

4.1.8 Lintasan 8

Lintasan 8 memiliki panjang lintasan 144 m dengan arah utara-selatan Menghasilkan model dengan kedalaman mencapai 22.1 m, dengan nilai RMS error sebesar 2.8 % seperti ditunjukkan pada gambar 4.8 berikut:



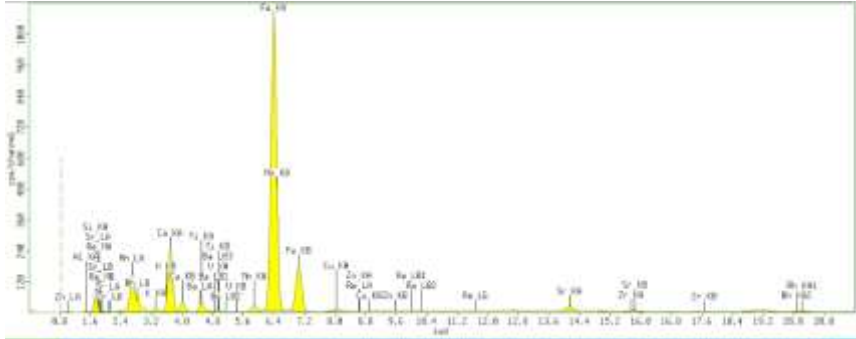
Gambar 4. 8 Penampang Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 8

Pada lintasan 8, zona resistivitas rendah terdapat di sepanjang profil lintasan pada kedalaman 10m hingga 22.1 m. Zona dengan nilai resistivitas tinggi berada pada meter ke 51 hingga 141, dengan kedalaman 4 – 9 m. Zona resistivitas sedang mendominasi pada sisi utara lintasan.

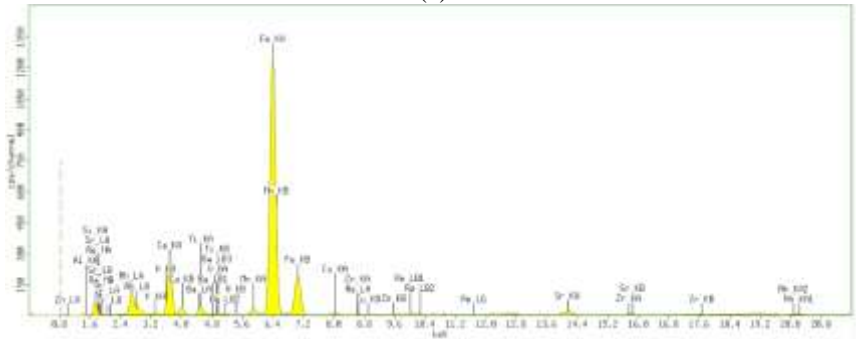
4.2 Hasil Analisis XRF Sampel Sedimen

Telah dilakukan uji XRF terhadap 4 sampel tanah yang diambil di daerah penelitian seperti ditunjukkan pada gambar 3.1. 4 sampel tersebut terdapat pada lintasan geolistrik 1, 3 dan 4. Adapun keempat sampel tersebut diambil pada titik

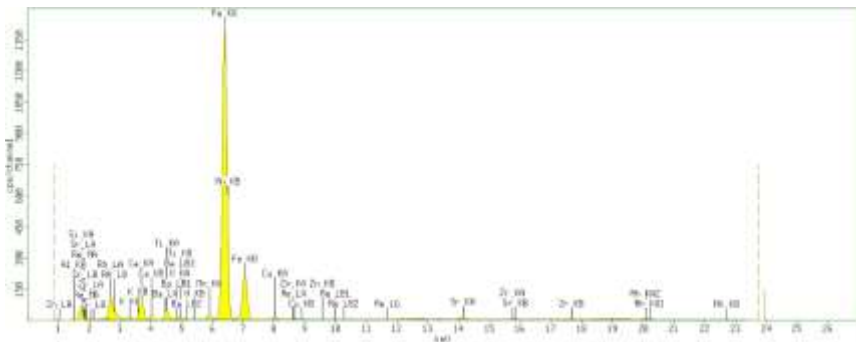
bor BH 13 dan BH 15. Untuk titik BH 13 diambil sampel pada kedalaman 1.8 m sedangkan untuk BH 15 diambil pada kedalaman 0.6m, 1.2 m dan 1.8 m. Gambar 4.9 dan 4.10 merupakan hasil spektrum dari analisis XRF pada keempat sampel.



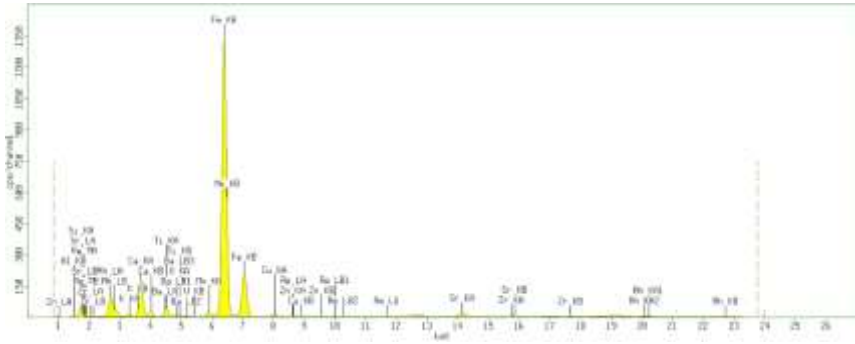
(a)



(b)

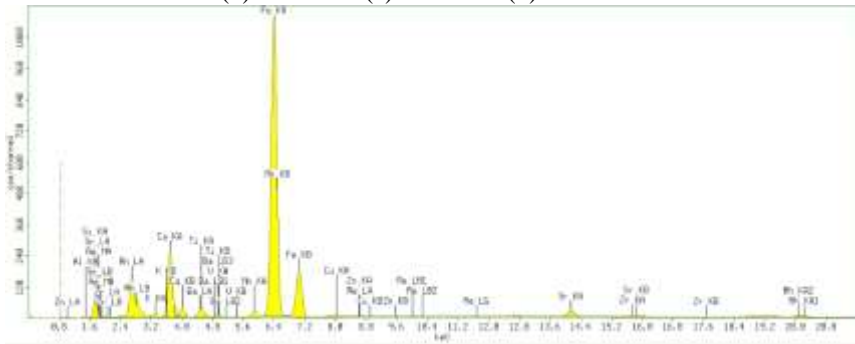


(c)

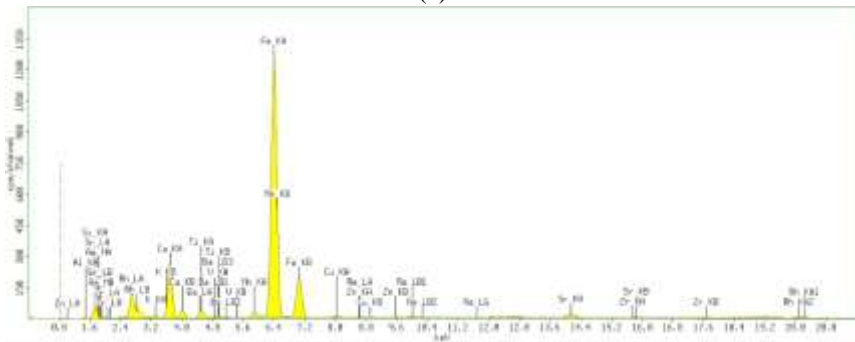


(d)

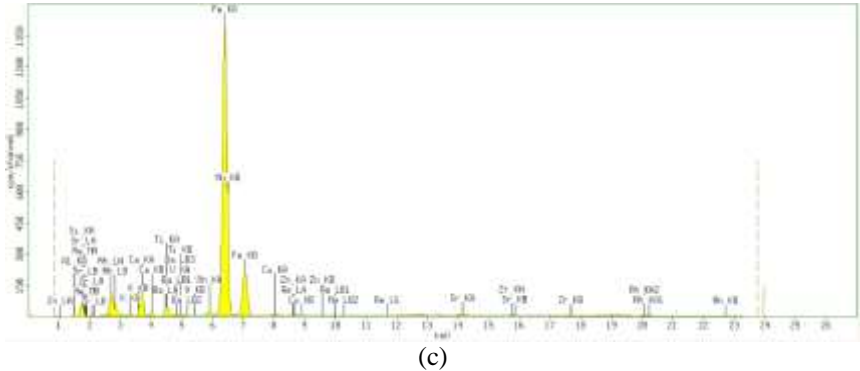
Gambar 4. 9 Hasil Spektrum Analisis XRF Kandungan Unsur (a). BH-15.6
(b). BH-15.9 (c). BH-15.3 (d). BH-13.9



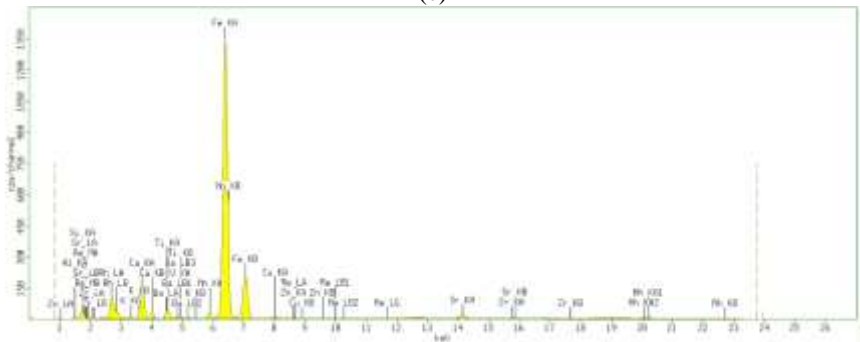
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4. 10 Hasil Spektrum Analisis XRF Kandungan Oksida (a). BH-15.6 (b). BH-15.9 (c). BH-15.3 (d). BH-13.9

Berdasarkan analisis kuantitatif diperoleh kandungan unsur pada keempat sampel seperti tersaji dalam tabel 4.1 berikut:

Tabel 4. 1 Kandungan Unsur Sampel Hasil Analisis XRF

No.	Kandungan	BH-13.9	BH-15.3	BH-15.6	BH-15.9
1.	Al	9.9	11	10	9.6
2.	Si	30.8	35.2	32	32.2
3.	K	1.2	1.2	1.3	1.1
4.	Ca	14.3	9.7	19	18.8
5.	Ti	2.04	2.09	1.89	1.82
6.	V	0.1	0.088	0.077	0.098
7.	Mn	0.728	0.61	0.702	0.796

Tabel 4. 1 Kandungan Unsur Sampel Hasil Analisis XRF (Lanjutan)

8.	Fe	39.6	38.59	33.5	34.2
9.	Cu	0.23	0.25	0.22	0.19
10.	Zn	0.07	0.079	0.04	0.05
11.	Sr	0.69	0.41	0.904	0.72
12.	Zr	0.08	0.13	0.06	0.05
13.	Ba	0.3	0.2	0.3	0.3
14.	Re	0.09	0.07	0.1	0.08

Sedangkan kandungan oksida dalam sampel berdasarkan Hasil analisis kuantitatif XRF diperoleh hasil seperti pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4. 2 Kandungan Oksida Unsur Sampel Hasil Analisis XRF

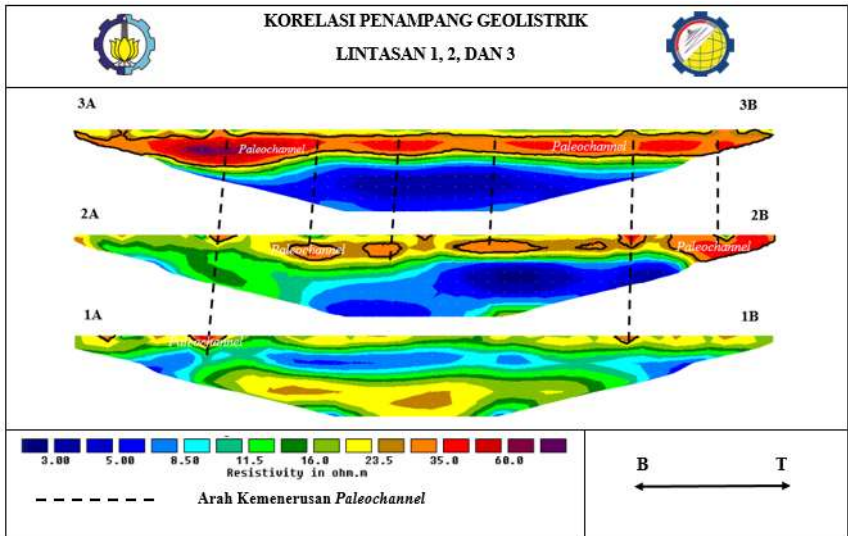
No.	Kandungan	BH-13.9	BH-15.3	BH-15.6	BH-15.9
1.	Al ₂ O ₃	12	14	13	12
2.	SiO ₂	43.2	47.6	44.5	45.1
3.	K ₂ O	0.84	0.79	0.88	0.8
4.	CaO	11.7	7.55	15.2	14.9
5.	TiO ₂	1.88	1.9	1.67	1.6
6.	V ₂ O ₅	0.091	0.089	0.068	0.083
7.	MnO	0.494	0.39	0.45	0.504
8.	Fe ₂ O ₃	28.6	26.64	23.8	24
9.	CuO	0.13	0.14	0.13	0.11
10.	ZnO	0.03	0.039	0.03	0.03
11.	SrO	0.37	0.21	0.479	0.38
12.	ZrO ₂	0.05	0.073	0.03	0.02
13.	BaO	0.2	0.1	0.2	0.2
14.	Re ₂ O ₇	0.07	0.06	0.05	0.04

4.3 Pembahasan

4.3.1 Analisis Model 2D

Berdasarkan model 2D penampang resistivitas pada kedelapan lintasan menunjukkan adanya lapisan dengan nilai resistivitas tinggi yang diinterpretasikan sebagai lapisan dengan litologi berupa pasir dengan campuran kerikil. Keberadaan lapisan tersebut mengindikasikan jenis sedimen pada daerah

fluvial yang didominasi oleh pasir, kerikil dan lanau. Sehingga zona dengan nilai resistivitas tinggi dapat diidentifikasi sebagai *paleochannel*.



Gambar 4. 11 Korelasi Lintasan 1,2 dan 3

Lintasan 1,2 dan 3 merupakan lintasan dengan orientasi lintasan yang sama yaitu barat-timur (A-B). Gambar 4.11 merupakan korelasi lintasan 1,2 dan 3. Berdasarkan korelasi ketiga lintasan adanya kemenerusan lapisan yang diduga merupakan *paleochannel*.

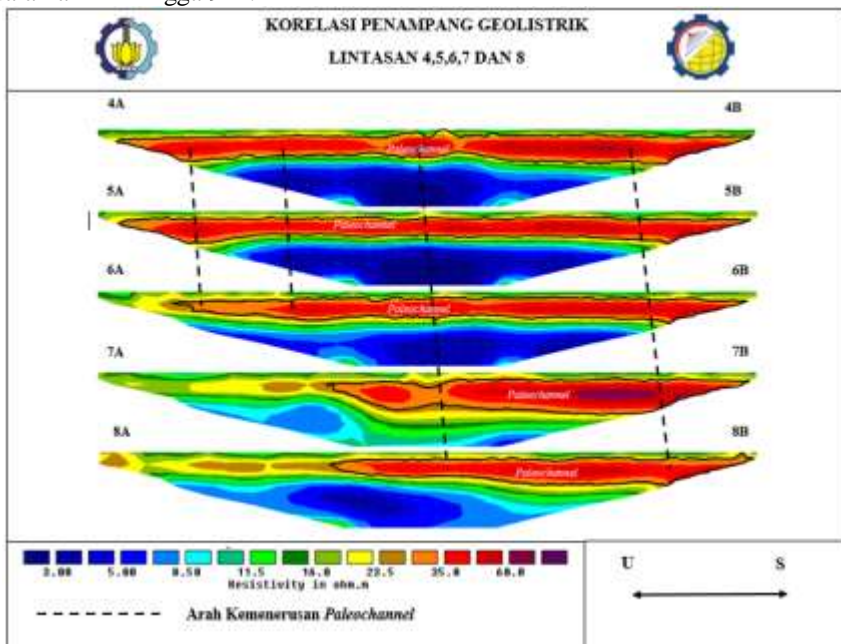
Lintasan 1 tidak menunjukkan adanya pola sedimen *paleochannel* yang cukup signifikan. Pada lintasan 1, nilai resistivitas didominasi sedang hingga rendah yang diinterpretasikan sebagai lapisan lempung dan lempung pasir. Rendahnya nilai resistivitas pada lintasan 1 diduga karena adanya saturasi air dari sungai yang berada di utara lintasan 1. Kemudian apabila dilihat dari susunan litologinya yang didominasi lempung hingga lempung pasir dapat mengindikasikan keberadaan deposit dataran baji dari *paleochannel*

Pada lintasan 2, sisi barat lintasan didominasi dengan lapisan lempung pasir. Terdapat indikasi keberadaan *paleochannel* berdasarkan keberadaan zona resistivitas tinggi dibawah zona resistivitas sedang pada meter ke. meter ke 50 hingga 235 pada kedalaman 4.5-10m dan meter ke 180-235 pada kedalaman 1.25-10m. Pada lintasan 3, keberadaan lapisan yang diduga sebagai *paleochannel* terlihat disepanjang profil lintasan kedalaman 4.5-10 m.

Berdasarkan penampang bawah permukaan yang ada, terlihat bahwa keberadaan *paleochannel* pada lintasan 1,2 dan 3 berada pada kedalaman 4m hingga 10 m. Keberadaan *paleochannel* tersebut terisi dan tertutupi oleh lapisan lempung pasir.

Gambar 4.12 merupakan korelasi lintasan 4,5,6,7, dan 8 yang memiliki orientasi lintasan berarah utara-selatan (A-B). Berdasarkan korelasi kelima lintasan, diperoleh indikasi keberadaan *paleochannel* berdasarkan zona dengan resistivitas tinggi yang diinterpretasikan sebagai lapisan pasir dengan campuran kerikil. Pada lintasan 4 dan 5 keberadaan *paleochannel* terlihat disepanjang profil lintasan, pada lintasan 6 dugaan keberadaan *paleochannel* mulai terlihat pada meter ke 16 sedangkan pada lintasan 7 dan 8 terlihat pada meter ke 54.

Lapisan yang diduga sebagai *paleochannel* tertutupi oleh lapisan sedimen di atasnya yang terdiri atas lempung pasir. Keberadaan zona dengan resistivitas sedang pada bagian utara lintasan 6,7,8 diduga sebagai bagian dari dataran banjir maupun point bar dari *paleochannel* yang banyak mengandung sedimen dengan butir yang lebih halus berupa lempung hingga lempung pasir. Dugaan keberadaan *paleochannel* berdasarkan lintasan 4,5,6,7 dan 8 berada pada kedalaman 4m hingga 9 m.



Gambar 4. 12 Korelasi Lintasan 4,5,6,7 dan 8

Gambar 4.12 menunjukkan arah kemenerusan paleochannel dari barat ke timur, semakin ke timur pola persebaran paleochannel menebal ke arah selatan. Pola sedimen yang terbentuk pada lapisan yang diduga sebagai paleochannel berupa lapisan pasir dengan campuran kerikil dengan nilai resistivitas $35 \Omega.m - 70 \Omega.m$ yang pada bagian atasnya tertutupi oleh sedimen dengan resistivitas yang lebih rendah dengan nilai $11.5 \Omega.m - 30 \Omega.m$ yang berasosiasi dengan lapisan lempung pasir. Hasil tersebut sesuai dengan hasil sayatan pemodelan 3D yang dilakukan oleh Na'imatul (2019) bahwa pada kedalaman 4.5 m hingga 10 m terlihat pola resistivitas tinggi yang diduga sebagai keberadaan paleochannel.

Arah kemenerusan paleochannel dari barat ke timur dan menebal ke arah selatan bersesuaian dengan hasil penelitian mengenai indikasi kemenerusan struktur Candi Terung berorientasi ke arah barat dan selatan pada sisi selatan paleochannel. Hal tersebut menguatkan dugaan bahwa dahulunya daerah penelitian merupakan sungai dengan situs tersebut berfungsi sebagai dermaga.

4.3.2 Analisis Hasil XRF

Berdasarkan hasil analisis kandungan kimia pada sampel sedimen di daerah penelitian pada kedalaman 0.6m, 1.2m dan 1.8 m menunjukkan bahwa pada daerah penelitian tersusun atas unsur Al, Si, K, Ca, V, Mn, Fe, Cu, Zn, Sr, Zr, Ba dan Re. dalam bentuk oksida berupa Al_2O_3 berkisar antara 12%-14% dengan rata-rata 12.75%, SiO_2 berkisar antara 43.2%-47.6% dengan rata-rata 45.1%, K_2O berkisar antara 0.79%-0.88% dengan rata-rata 0.8275%, CaO berkisar antara 7.55%-15.2% dengan rata-rata 12.3% , TiO_2 berkisar antara 1.6%-1.9% dengan rata-rata 1.76%, V_2O_5 berkisar antara 0.068%-0.091% dengan rata-rata 0.082%, MnO berkisar antara 0.39%-0.504% dengan rata-rata 0.45%, Fe_2O_3 , berkisar antara 23.8%-28.6% dengan rata-rata 25.76%, CuO berkisar antara 0.11%-0.14% dengan rata-rata 0.12%, ZnO berkisar antara 0.03%-0.039% dengan rata-rata 0.032%, SrO berkisar antara 0.21%-0.479% dengan rata-rata 0.36%, ZrO_2 berkisar antara 0.02%-0.073% dengan rata-rata 0.043%, BaO berkisar antara 0.1%-0.2% dengan rata-rata 0.175%, dan Re_2O_7 berkisar antara 0.04%-0.07% dengan rata-rata 0.055%.

Kandungan mayor pada keempat sampel adalah SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO . Keberadaan unsur-unsur tersebut bergantung pada jenis batuan induk yang menjadi sumber sedimen. Keberadaan Al_2O_3 , serta TiO_2 sedimen klastik biasanya berasal dari batuan induknya karena unsur Al dan Ti tidak mudah termobilisasi oleh proses pelapukan. Keberadaan SiO_2 yang tinggi pada sampel sedimen berkaitan erat dengan sumber sedimen yang diduga berasal dari batuan beku didaerah vulkanik pada hulu sungai Brantas. SiO_2 merupakan mineral yang cukup stabil pada batuan beku. Sedangkan kandungan Fe_2O_3 yang cukup tinggi berkaitan dengan daerah penelitian yang berada cukup jauh dari hulu sungai Brantas, menyebabkan sedimen tertransportasi cukup jauh sehingga unsur Fe dapat

mengalami pengayaan dan menyebabkan kadarnya cukup tinggi pada sedimen di daerah penelitian. Hal tersebut juga mendukung dugaan bahwa dahulunya daerah penelitian merupakan sistem fluvial sebagai media transportasi sedimen. Berdasarkan kandungan SiO_2 pada keempat sampel yang rata-rata kandungannya mencapai 45.1%, batuan asal sedimen penutup paleochannel pada daerah Terung Wetan berasal dari batuan beku mafic dari kelas basaltik. Rasio antara $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ pada sampel sedimen memberikan nilai sebesar 6.38, 7.36, 7.78 dan 7.5. Nilai tersebut menunjukkan batuan induk berupa batuan beku basa (mafic). Sesuai dengan batuan pada daerah hulu sungai Brantas yang berupa batuan Basaltik-andesit serta basaltik olivin. Sehingga dapat diidentifikasi bahwa sumber sedimen penutup paleochannel pada daerah Terung Wetan berdasarkan keempat sampel memiliki kandungan oksida unsur dengan nilai yang hampir serupa, hal ini mengindikasikan bahwa sedimen penutup *paleochannel* pada daerah penelitian berasal dari sumber batuan yang sama yaitu batuan beku mafic jenis basalt

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat dugaan keberadaan *paleochannel* pada kedalaman 4m-10m pada daerah penelitian yang ditunjukkan dengan zona resistivitas tinggi (35-70 $\Omega.m$) yang diinterpretasikan sebagai lapisan pasir dengan campuran kerikil.
2. Sedimen penutup *paleochannel* di daerah penelitian memiliki kandungan unsur yang nilainya hampir sama untuk semua sampel. Sehingga diidentifikasi berasal dari sumber sedimen yang sama yaitu batuan beku *mafic* jenis basalt.

5.2 Saran

Adapun saran agar penelitian selanjutnya dapat menjadi lebih baik adalah:

1. Menambah panjang lintasan pengukuran geolistrik agar kemenerusan *paleochannel* dapat diidentifikasi dengan lebih baik serta menambah kedalaman pengambilan sampel, sampai kedalaman dimana penampang geolistrik menunjukkan indikasi keberadaan *paleochannel*.
2. Dapat dilakukan eksplorasi mineral ekonomis dan potensi akuifer pada lokasi yang diduga keberadaan *paleochannel*.

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Ade, Jamalul (2016), *Aplikasi Metode Geolistrik Untuk Investigasi Sungai Purba Di Desa Rumpet Aceh Besar*. Universitas Syah Kuala, Aceh.
- Aizebeokhai, A.P. (2011), "2D and 3D Geoelectrical Resistivity Imaging: Theory and Field Design", *Scientific Research and Essay*, Vol.5, hal. 15.
- Anwas, O.M. (1994), *Bentuk Muka Bumi*.
- Azizah, Hadi N.(2019),"Pemodelan 3D Soil Resistivity Untuk Identifikasi *Paleochannel* Studi Kasus Desa Terung Wetan, Krian
- Bauman, P., Hansen, B., Nahas, C. dan Parker, D. (2011), "Geophysical Exploration for Water Resources in Buried Valleys in Western Canada", *Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems 2011*, Environment and Engineering Geophysical Society, hal. 239–239, <http://doi.org/10.4133/1.3614057>.
- Brouwer, P. (2003), *Theory of XEF: Getting Acquainted with the Principles.*, PANalytical BV, Almelo.
- Chen, B., Liu, G., Wu, D. dan Sun, R. (2016), "Comparative Study on Geochemical Characterization of the Carboniferousaluminous Argillites from the Huainan Coal Basin, China", *Turkish Journal of Earth Sciences*, Vol.25, hal. 274–287. <http://doi.org/10.3906/yer-1508-9>.
- Clarke, F. dan Washington, H. (1924), *The Composition of the Earth Crust*.
- Fitrotin, N.F. (2014), "Kedudukan Daerah Terung (Krian-Sidoarjo) Pada Masa Menjelang Akhir Majapahit (1478-1526)", *e-Journal Pendidikan Sejarah*, Vol.2, No.1, hal. 12.
- Hambali, R. dan Apriyanti, Y. (2016a), *Studi Karakteristik Sedimen Dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng – Kabupaten Bangka Barat*, Vol.4, hal. 10.
- Hambly, B. (2015), *Mapping and Characterisation of Palaeochannels: A Comparison of Field and Remote Sensing-Based Approaches*, University of the Sunshine Coast. Diambil dari <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.1.4460.1048>.
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (n.d.), *Peta Sub DAS SWP Brantas*.
- Kumar, V. (2011), "Palaeo-Channel", dalam *Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers*, eds. Singh, V. P., Singh, P., dan Haritashya, U. K., Springer Netherlands, Dordrecht, hal. 803–803. http://doi.org/10.1007/978-90-481-2642-2_386.
- Lanuru, M. dan Suwarni (2011), *pengantar oseanografi*, Universitas Hasanuddin.

- Limonta, M. (2014), *Heavy Minerals: A Key to Unravel Orogenic Processes. Sediment Generation and Recycling at Convergent Plate Boundaries (Indo-Burman-Andaman-Nicobar and Barbados Ridges)*, Università degli Studi di Milano-Bicocca, Italy.
- Loke, M.H. (1999), *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies*.
- de Louw, P.G.B., Oude Essink, G.H.P., Stuyfzand, P.J. dan van der Zee, S.E.A.T.M. (2010), "Upward Groundwater Flow in Boils as the Dominant Mechanism of Salinization in Deep Polders, The Netherlands", *Journal of Hydrology*, Vol.394, No.3-4, hal. 494-506. <http://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.10.009>.
- Mehdi, S.M.dkk. (2016), "Identification of Palaeochannel Configuration in the Saraswati River Basin in Parts of Haryana and Rajasthan, India, through Digital Remote Sensing and GIS", *Episodes*, Vol.39, No.1. <http://doi.org/10.18814/epiugs/2016/v39i1/89234>.
- Middlemost, E.A.K. (1972), "A Simple Classification of Volcanic Rocks", *Bulletin Volcanologique*, Vol.36, No.2, hal. 382-397. <http://doi.org/10.1007/BF02596878>.
- Nelson, S.A. (2011), *General Classification of Igneous Rocks* Tulane University.
- Nimnate, P., Thitimakorn, T., Choowong, M. dan Hisada, K. (2017), "Imaging and Locating Paleo-Channels Using Geophysical Data from Meandering System of the Mun River, Khorat Plateau, Northeastern Thailand", *Open Geosciences*, Vol.9, No.1. <http://doi.org/10.1515/geo-2017-0051>.
- Primananda, M.I., Widada, S. dan Usman, E. (2014), "Studi Pola Sedimentasi Daerah Lembah dan Sungai Purba (Paleo-Channel) Berdasarkan Analisis Data Seismik Di Perairan Selat Bangka", *Jurnal Oseanografi*, Vol.4, hal. 13.
- Rahmah, S. (2009), *Pencitraan Dua Dimensi Data Resistivity dan Induced Polarization untuk Mendelineasi Deposit Emas Sistem Epithermal di Daerah "X,"* Universitas Indonesia.
- Ravindran, A.A. dan Selvam, S. (2014), "Coastal Disaster Damage and Neotectonic Subsidence Study Using 2D ERI Technique in Dhanushkodi, Rameshwaram Island, Tamilnadu, India", *Middle-East Journal of Scientific Research*, Vol.19, hal. 6. <http://doi.org/10.5829>.
- Reynolds, J.M. (1997), *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*, John Wiley, Chichester; New York.
- Sektiawan, D., Anjarwati dan Hati, A. (2017), *Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Jawa Timur*, Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur.

- Sudarsono, U. dan Sujarwo, I.B. (2008), Buletin Geologi Tata Lingkungan (Bulletin of Environmental Geology), Vol.18, No.1.
- Supandjono, J.B., Hasan, K., Panggabean, H., Satria, D. dan Sukardi (1992), Peta Geologi Lembar Surabaya & Sapulu,
- Taufiqurrohman, R., Nugraha, D.M. dan Bahri, A.S. (2017), "Aplikasi Geolistrik 2d Untuk Identifikasi Bidang Gelincir Studi Kasus Daerah Lereng Nglajo, Cepu", *Jurnal Geosaintek*, Vol.3, No.3, hal. 155. <http://doi.org/10.12962/j25023659.v3i3.3213>.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. dan Sheriff, R.E. (1990), *Applied Geophysics*, 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge [England]; New York.
- Vinca (2018), *Identifikasi Struktur Batu Bata Bawah Permukaan Situs Kadipaten Terung Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas 2d Konfigurasi Dipole-Dipole*, Undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Surabaya.
- Zainal, M., Yanis, M., Muksin, U. dan Ismail, N. (2017), "Investigasi Sungai Purba Berdasarkan Metode Electrical Resistivity Tomography di Banda Aceh", *Journal of Aceh Physics Society*, Vol.6, No.1, hal. 5.
- Zaki, F., Wedhanto, S. dan Pribadi (2017), "Perencanaan Campuran Beton Kinerja Tinggi dengan Semen Portland Pozzolan (PPC) menggunakan Metode Volume Absolut", *Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Infrastruktur – I*.

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

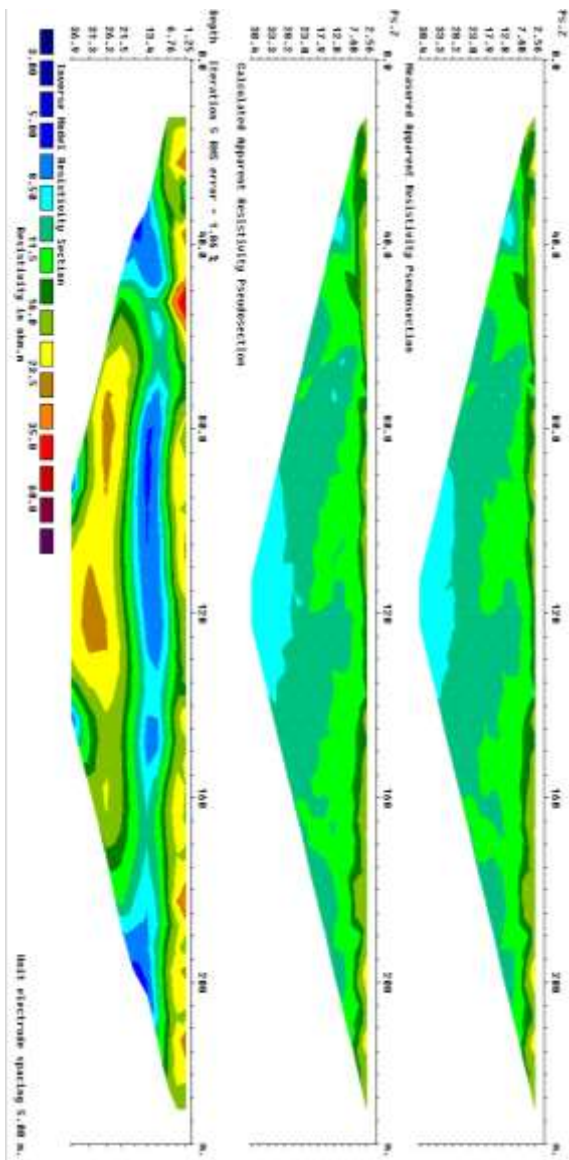
LAMPIRAN

Koordinat Lintasan Geolistrik

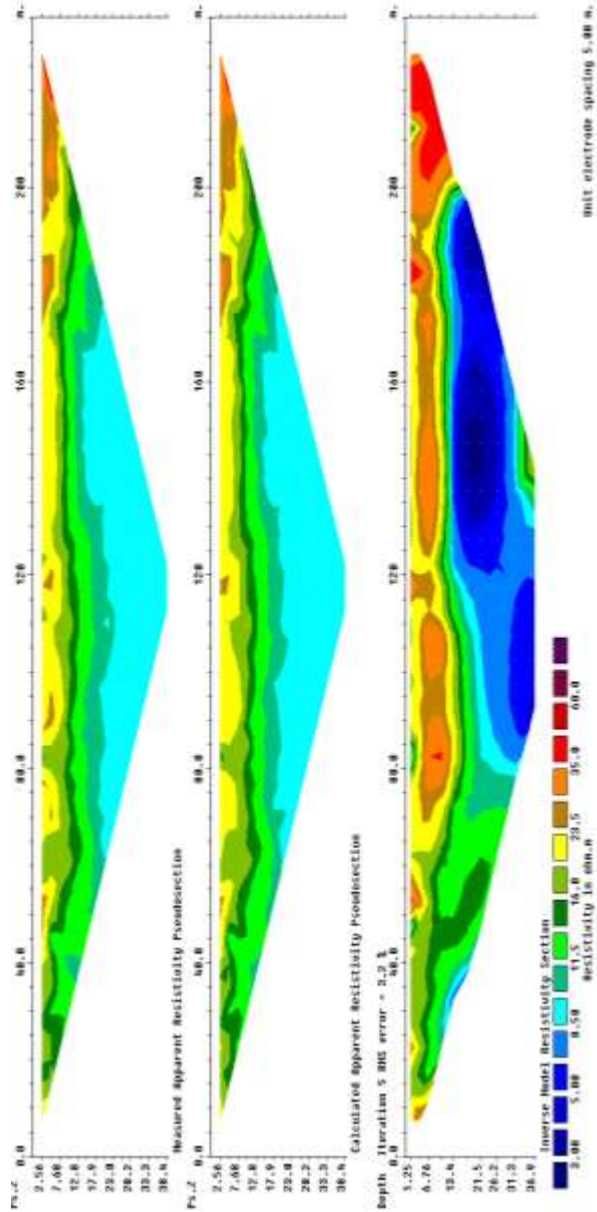


Line	A	B
1	7°23'36.48"S / 112°37'13.20"E	7°23'38.54"S / 112°37'19.40"E
2	7°23'37.36"S / 112°37'12.89"E	7°23'39.46"S / 112°37'19.03"E
3	7°23'39.26"S / 112°37'12.17"E	7°23'41.69"S / 112°37'18.02"E
4	7°23'37.82"S / 112°37'18.28"E	7°23'41.84"S / 112°37'17.00"E
5	7°23'37.76"S / 112°37'17.52"E	7°23'41.37"S / 112°37'15.93"E
6	7°23'37.29"S / 112°37'16.21"E	7°23'40.48"S / 112°37'14.74"E
7	7°23'36.82"S / 112°37'14.87"E	7°23'40.21"S / 112°37'13.45"E
8	7°23'36.47"S / 112°37'13.59"E	7°23'39.72"S / 112°37'12.32"E

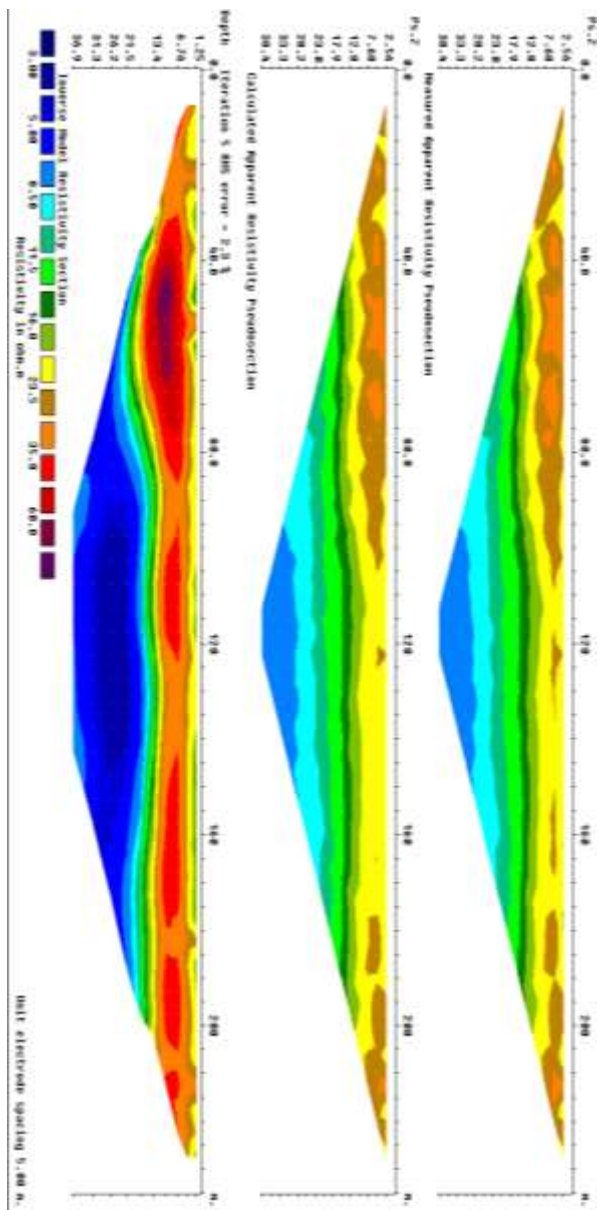
Hasil Pengolahan Geolistrik Lintasan 1



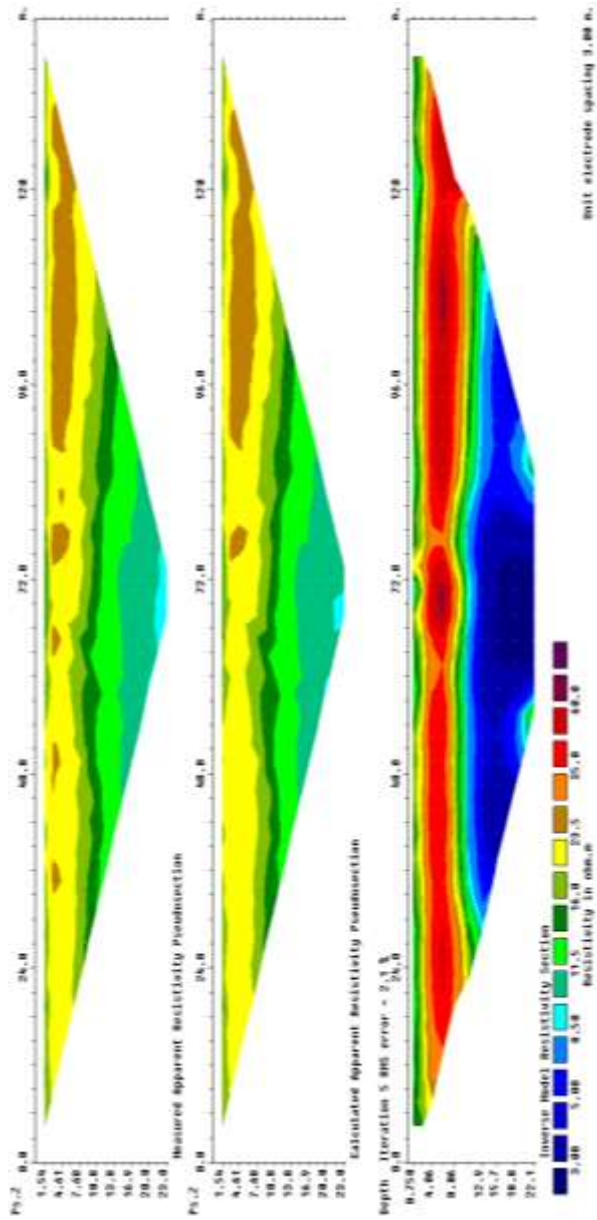
Hasil Pengolahan Geolistrik Lintasan 2



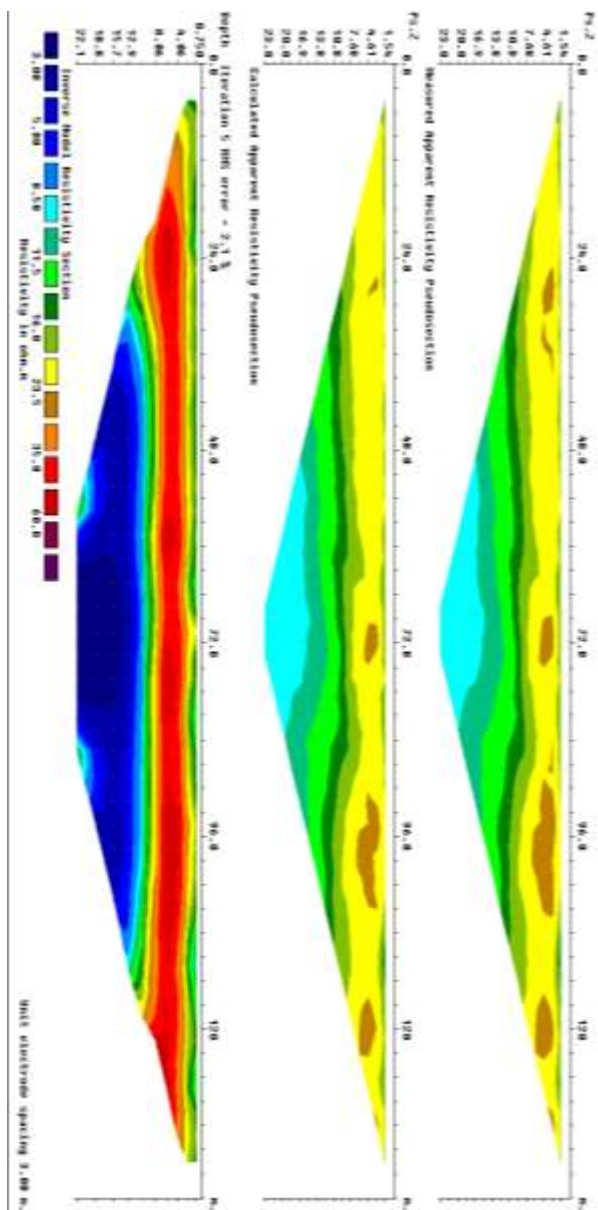
Hasil Pengolahan Geolistrik Lintasan 3



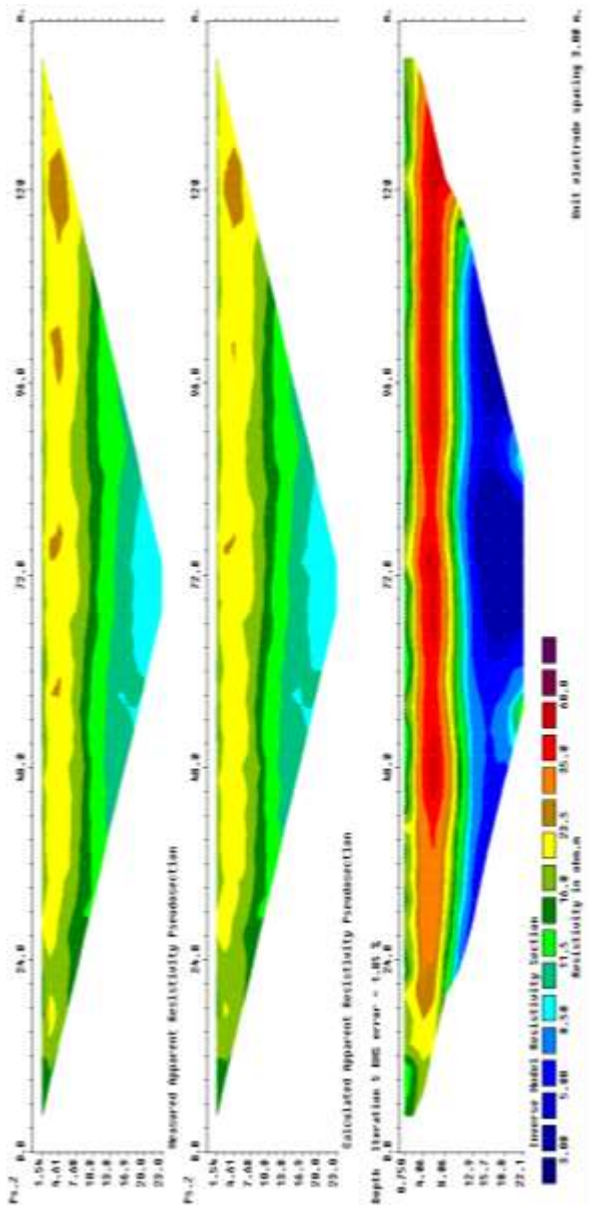
Hasil Pengolahan Geolistrik Lintasan 4



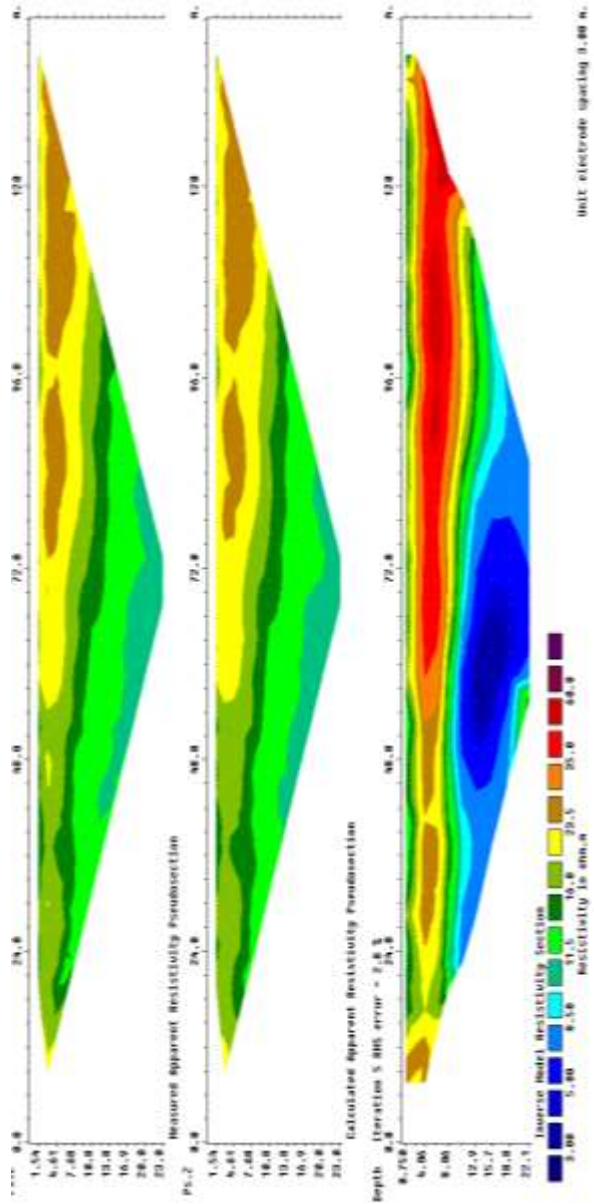
Hasil Pengolahan Geolistrik Lintasan 5



Hasil Pengolahan Geolistrik Lintasan 6



Hasil Pengolahan Geolistrik Lintasan 8



Halaman ini Sengaja Dikosongkan

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap Putri Anjary Widya Santie, lahir di Ngawi, tanggal 03 Maret 1998. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, pasangan bapak Zainul Arifin dan Ibu Amelia Maspawati. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri Kedunggalar 7 Ngawi (2003-2009), kemudian melanjutkan ke jenjang SMP di SMP Negeri 1 Kedunggalar (2009-2012), dan jenjang SMA di SMA Negeri 1 Ngawi (2012-2015).

Penulis menempuh pendidikan sarjana di Departemen Teknik Geofisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (DTG ITS) Surabaya sejak tahun 2015. Pada tahun 2013, penulis menjadi salah satu perwakilan dari kabupaten Ngawi untuk mengikuti pemilihan siswa prestasi tingkat Provinsi. Selama menempuh pendidikan sarjana, penulis pernah mengikuti beberapa kegiatan lapangan dan pelatihan pengembangan diri. Penulis pernah berpartisipasi dalam Himpunan Mahasiswa Geofisika Indonesia Regional IV sebagai staff divisi Eksternal. Penulis juga merupakan bagian dari pengurus Lembaga Dakwah Jurusan, KMTG Al-Ardh. Dalam bidang geofisika, penulis tertarik pada geofisika teknik dan lingkungan. Bagi pembaca yang ingin berdiskusi terkait tugas akhir ini dengan memberikan kritik dan saran, dapat menghubungi penulis melalui email anjarywidya03@gmail.com